



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

**EL IMPACTO DE RADIACIÓN SOLAR Y LA HUMEDAD EN LA
MADERA. MANUAL DE PROTECCIÓN EN LAS CONDICIONES
CLIMÁTICAS DE CUENCA – ECUADOR**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO Y URBANISTA**

AUTOR: JUAN BERNARDO BUSTAMANTE AMOROSO

DIRECTOR ARQ. GIOVANNY MARCELO ALBARRACIN VELEZ

CUENCA - ECUADOR

2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

EL IMPACTO DE RADIACIÓN SOLAR Y LA HUMEDAD EN LA
MADERA. MANUAL DE PROTECCIÓN EN LAS CONDICIONES
CLIMÁTICAS DE CUENCA – ECUADOR

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ARQUITECTO Y URBANISTA**

AUTOR: BUSTAMANTE AMOROSO JUAN BERNARDO

DIRECTOR: ARQ. GIOVANNY MARCELO ALBARRACIN VELEZ

CUENCA – ECUADOR

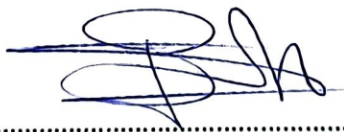
2024

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Juan Bernardo Bustamante Amoroso portador de la cédula de ciudadanía N° 0105107015. Declaro ser el autor de la obra: "El impacto de radiación solar y la humedad en la madera. manual de protección en las condiciones climáticas de Cuenca – Ecuador", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.


Cuenca, 15 de octubre de 2024



F:
Juan Bernardo Bustamante Amoroso
0105107015

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Juan Bernardo Bustamante Amoroso, bajo mi supervisión.



ARQ. Giovanni Marcelo Albarracin Velez
DIRECTOR

RESUMEN

Antiguamente la madera era más utilizada en el ámbito de la construcción, sin embargo, con el pasar del tiempo, se generó una mayor inseguridad en su uso gracias a que los factores que la deterioran y la tecnología poseída en las pasadas épocas no garantizaba la vida útil de este material. Esta investigación estudia cómo los rayos solares afectan la madera y propone un método para mejorar su durabilidad sin representar un costo elevado, promoviendo una arquitectura más ecológica. La investigación proporciona beneficios económicos al reducir costos de mantenimiento, sociales al mejorar la estética y durabilidad de construcciones de madera, y científicos al avanzar en el conocimiento sobre recubrimientos y protección de madera frente a condiciones ambientales adversas. Así pues, el objetivo de la investigación fue, el establecer métodos de protección para la madera ante el deterioro directo producido por la exposición solar y la humedad en las condiciones climáticas de la ciudad de Cuenca. Los resultados indicaron que los recubrimientos brillantes auto sellantes mostraron la menor alteración en la tonalidad y textura natural de la madera, seguidos por las lacas mate catalizadas.

Palabras clave: Impacto, radiación, solar, humedad, madera

ABSTRACT

In the past, wood was more commonly used in construction; however, over time, greater insecurity arose regarding its use due to factors that caused deterioration and the limited technology available at that time, which did not guarantee the material's lifespan. This research studies how solar rays affect wood and proposes a method to improve its durability without incurring high costs, promoting more ecological architecture. The research provides economic benefits by reducing maintenance costs, social benefits by enhancing the aesthetics and durability of wooden constructions, and scientific benefits by advancing knowledge about coatings and wood protection against adverse environmental conditions. This research aimed to establish protection methods for wood against direct deterioration caused by solar exposure and humidity in the climatic conditions of Cuenca. The results indicated that self-sealing glossy coatings showed the least alteration in the natural color and texture of the wood, followed by catalyzed matte lacquers.

Keywords: Impact, radiation, solar, humidity, wood.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE DE CONTENIDOS	- 3 -
LISTA DE FIGURAS	- 5 -
LISTA DE TABLAS	- 6 -
LISTA DE ANEXOS	- 7 -
CAPÍTULO I	- 8 -
1. INTRODUCCIÓN	- 8 -
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	- 9 -
1.2 JUSTIFICACIÓN	- 10 -
1.3 OBJETIVOS	- 11 -
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	- 11 -
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	- 11 -
CAPÍTULO II	- 12 -
2. REVISIÓN DE LITERATURA	- 12 -
2.1 ANTECEDENTES	- 12 -
2.1.1 <i>Antecedentes Internacionales</i>	- 12 -
2.2 ESPECIES ARBÓREAS LOCALES EN CUENCA	- 13 -
2.3 DATOS SOBRE EL CLIMA Y RADIACIÓN EN CUENCA	- 14 -
2.4 TEORÍA DE LA MADERA	- 14 -
2.4.1 <i>Estructura de la madera</i>	- 14 -
2.4.2 <i>Tipos de madera</i>	- 16 -
2.4.3 <i>Propiedades Técnicas de la madera</i>	- 18 -
2.4.4 <i>Patologías de la madera</i>	- 19 -
2.5 RADIACIÓN SOLAR	- 21 -
2.5.1 <i>Impacto de la radiación solar en madera</i>	- 21 -
2.6 HUMEDAD	- 22 -
2.6.1 <i>Humedad en la madera</i>	- 22 -
2.6.1 <i>Humedad de equilibrio</i>	- 23 -
CAPÍTULO III	- 24 -
3. SELECCIÓN Y CREACIÓN DE PROBETAS	- 24 -
3.1 METODOLOGÍA	- 24 -
3.1.1 <i>Revisión bibliográfica</i>	- 24 -
3.1.2 <i>Descripción de ensayo</i>	- 24 -
3.1.3 <i>Guía constructiva</i>	- 25 -
3.2 CLIMA	- 25 -
3.3 SELECCIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS	- 26 -
3.3.1 <i>Roble (Quercus spp.)</i>	- 26 -
3.3.2 <i>Caoba (Swietenia spp.)</i>	- 26 -
3.3.3 <i>Cedro (Cedrela odorata)</i>	- 27 -
3.3.4 <i>Evaluación</i>	- 27 -
3.4 DESARROLLO DE LA EXPERIMENTACIÓN	- 28 -
3.4.1 <i>Probetas de estudio</i>	- 28 -

3.4.2	<i>Definición de variables</i>	- 30 -
3.4.3	<i>Periodos de experimentación</i>	- 31 -
CAPÍTULO IV		- 33 -
4.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE CAMBIOS ESTÉTICOS	- 33 -
4.1	ANÁLISIS DE CAMBIO DE TONALIDAD (ASPECTO)	- 33 -
4.2	ANÁLISIS DE CAMBIOS FÍSICOS	- 37 -
4.3	RESUMEN Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAMBIOS ESTÉTICOS	- 38 -
4.4	ESTRATEGIAS CON MAYOR EFECTIVIDAD	- 39 -
4.4.1	<i>Recubrimientos brillante auto sellantes</i>	- 39 -
4.4.2	<i>Lacas mate catalizadas</i>	- 39 -
4.4.3	<i>Recubrimientos mate auto sellantes</i>	- 39 -
4.5	MANUAL DE PROTECCIÓN	- 40 -
4.5.1	<i>Selección de recubrimientos</i>	- 40 -
4.5.2	<i>Procedimientos de Aplicación</i>	- 41 -
4.5.3	<i>Mantenimiento Preventivo</i>	- 42 -
4.5.4	<i>Consejos adicionales</i>	- 42 -
CAPÍTULO V		- 43 -
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 43 -
5.1	CONCLUSIONES	- 43 -
5.2	RECOMENDACIONES	- 43 -
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		- 45 -
ANEXOS		- 48 -
AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL		- 50 -

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estructura macroscópica de la madera _____	- 16 -
Figura 2: Madera con podredumbre _____	- 19 -
Figura 3: Madera con termitas _____	- 20 -
Figura 4: Madera con carcoma _____	- 20 -
Figura 5: Madera con grietas _____	- 20 -
Figura 6: Madera con manchas y decoloración _____	- 20 -
Figura 7: Madera con deformaciones _____	- 20 -

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Especies madereras usadas en la construcción _____	- 13 -
Tabla 2: Estructura básica de la Madera _____	- 15 -
Tabla 3: Tipos de Madera Comunes _____	- 16 -
Tabla 4: Maderas Duras y Maderas Blandas _____	- 17 -
Tabla 5: Propiedades técnicas de la madera _____	- 18 -
Tabla 6: Agentes Bióticos y Abióticos _____	- 19 -
Tabla 7: Patologías de la Madera Comunes _____	- 19 -
Tabla 8: Patologías por exposición a la intemperie _____	- 21 -
Tabla 9: Humedad y Medios de Propagación _____	- 22 -
Tabla 10: Datos climáticos de Cuenca _____	- 25 -
Tabla 11: Condiciones y parámetros del ensayo _____	- 27 -
Tabla 12: Probetas de experimentación _____	- 30 -
Tabla 13: Descripción de los ciclos de experimentación _____	- 31 -
Tabla 14: Identificación de las muestras ensayadas _____	- 33 -
Tabla 15: Registro fotográfico de muestras del ensayo de exposición en cámara de arco ____	- 33 -
Tabla 16: Resumen de cambios estéticos _____	- 38 -
Tabla 17: Selección de recubrimientos _____	- 40 -

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica de Laca Catalizada para exterior “Altos Sólidos” _____	- 48 -
Anexo 2: Ficha Técnica de Laca Brillante y Semi mate “Alpino” _____	- 49 -

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El clima que presenta la ciudad de Cuenca en su estación seca, es uno de los más cambiantes que podemos encontrar dentro de Ecuador, pudiendo llegar a tener 2 tipos de climas dentro del mismo día, un fuerte sol durante las mañanas seguido de lluvias intensa en las tardes lo que ocasiona cambios de temperatura extremos que afecta directamente sobre todas las construcciones de la ciudad, estos cambios normalmente llegan a afectar ciertos materiales constructivos como lo es la madera, que es usada entre los elementos constructivos ya sea de manera estructural o decorativa. Este material es uno de los elementos más usados en fachadas, pisos, puertas, paredes, mobiliario de construcción o mobiliario de vivienda.

La protección de la madera representa costos muy elevados para su conservación ya que los factores que deterioran este tipo de material son varios, antiguamente no se podía garantizar su vida útil; con la aparición del hormigón, el uso de la madera disminuyó ya que sus tiempos de trabajo son más prolongados y costosos de trabajar. Con las crecientes ideologías ambientales, la madera ha retomado un papel importante dentro de los materiales a usarse en la construcción, ya sea teniendo protagonismo en acabados de construcción o estructural. Los avances tecnológicos como lacas, tintes y sellantes han permitido proteger y extender la vida útil y estética de una manera considerable.

Tomando como marco teórico estudios y técnicas de construcción, protección y métodos para aceleración de la degradación de madera, encontramos como primeras instancias los factores que afectan de manera directa a dicho material ya sean estos factores climáticos o animales los mismos que pudieron ser analizados para presenciar el comportamiento del material ante estos factores degradantes. Los métodos de protección para la madera de factores ya mencionados varían entre estrategias químicas y constructivas, desde sellantes, lacas o tintes que cuyas mezclas y estilos de aplicación como agentes que cubren la madera a métodos constructivos y de ubicación estratégicas dentro de las edificaciones son metodologías para poder extender el tiempo de vida del material en estudio.

El objetivo del trabajo es encontrar el mejor método de protección para diferentes tipos de madera ante el deterioro directo producido por la exposición solar y la humedad en las condiciones climáticas de la ciudad de Cuenca. Revisando y analizando bibliografía sobre la degradación de la madera ante la exposición a los rayos solares y la humedad, analizar diferentes métodos de protección para la madera y su impacto en la reducción del deterioro físico y estético y calcular el tiempo en que la madera pierde su tonalidad instalada en construcción para de esta manera se pueda llegar a definir una guía constructiva de recubrimientos de madera que exponga los resultados encontrados en la etapa experimental.

Para poder lograr los objetivos antes planteados es necesario seguir una serie de estudios a 5 probetas las cuales serán de dimensiones específicas de cinco especies arbóreas locales

diferentes. A cada especie de madera se les dará una combinación de capas protectoras, combinando distintos tipos de tintes, sellantes y lacas para poder ser sometidas a una serie de acciones las cuales mostrarán que técnica disminuye el proceso de deterioro en sus cualidades estéticas.

Las probetas serán analizadas según los tiempos marcados en el cronograma planteado en las cuales se adquirirán datos los, mismos se compararán para lograr identificar las acciones y mezcla entre sus capas es la más efectiva para alargar la vida útil de la madera. Así lograr generar una guía para la protección y mantenimiento contra el deterioro de la madera ante la radiación solar directa.

1.1 Problema de investigación

Antiguamente la madera era más utilizada en el ámbito de la construcción, sin embargo, con el pasar del tiempo, se generó una mayor inseguridad en su uso gracias a que los factores que la deterioran y la tecnología poseída en las pasadas épocas no garantizaba la vida útil de este material y con el descubrimiento del hormigón como material más accesible, rápido, económico y sin que sea necesario el asesoramiento de mano de obra especializada, influyó para que disminuyera el uso de la madera en ya mencionado sector.

Sin embargo, la madera al ser un elemento natural está regida por un ciclo de pudrición y reincorporación, este proceso se puede verse acelerado por el deterioro de diferentes maneras, algunas más rápido que otras, este tipo de afecciones que las maderas pueden llegar a experimentar se las clasifica en 2 tipos factores bióticos y abióticos, cuyo tiempo de ataque o destrucción del elemento constructivo variara, los factores abióticos como lluvia, humedad, y la radiación solar son los más comunes dentro de la clasificación abiótica y afecta principalmente en su estado estético ya que afectan en la capa superficial de la madera, los agentes bióticos como hongos e insectos afectan de manera más violenta en la estructura de la madera cambiando no solo su estado estético sino también afecta el estado estructural de la madera, por lo cual debemos tratarla y protegerla contra estos agentes que producen su deterioro de las cualidades de dicho material.

Estos factores al trabajar de manera conjunta pueden muchas veces acelerar la degradación de la madera, lo cual para protegerla existen varios productos y tratamientos que se centran en el cuidado de uno o de varios factores dañinos para el material, como por ejemplo: producto que brindan propiedades hidrofóbicas las cuales evitan la absorción de agua líquida, pero permitiendo el intercambio del vapor ambiental que la rodea para que así la madera llegue a un equilibrio de humedad con su entorno.

Por otro lado, las pinturas, lacas o barnices que poseen sustancias químicas que son las encargadas de proteger la madera de la radiación ultravioleta, no poseen una duración larga la cual causa el deterioro de la madera de una manera estética y estructural. Cuando la madera es expuesta a la radiación solar, visible e invisible, la capa superficial cambia de color, generalmente las maderas oscuras se vuelven más claras y las claras más oscuras.

1.2 Justificación

Esta investigación tiene como objetivo analizar cómo los rayos solares afectan las propiedades estéticas y físicas de la madera cuando esta se encuentra expuesta de manera directa a los rayos UV de radiación solar de onda media, los más corrosivos para este material. Se llevarán a cabo diversos ensayos de durabilidad en especies arbóreas con distintas resistencias y densidades, evaluando los cambios en su estructura física y estética, especialmente en el color, para identificar la especie de madera más resistente a las condiciones climáticas características de la ciudad de Cuenca y zonas similares. El clima de Cuenca es altamente variable, pudiendo experimentar dos tipos de clima en un solo día, con intensas jornadas de sol seguidas de fuertes lluvias, lo que genera cambios bruscos de temperatura que impactan directamente en las construcciones. Por ello, es fundamental realizar ensayos que permitan definir la mejor opción de protección, impermeabilización y acabado para prolongar la vida útil de la madera utilizada en construcciones, tanto existentes como futuras. Esto contribuirá a reducir los costos de mantenimiento y reparación para los propietarios que empleen este material en fachadas o edificaciones menores. La mejora en la durabilidad de la madera no solo abaratará los costos de mantenimiento, sino que también fomentará su uso más frecuente en el ámbito constructivo, promoviendo una arquitectura más ecológica.

Según Peraza et al. (1995), cuando la luz solar tiene gran riqueza de rayos ultravioleta y además la madera es expuesta por un tiempo prolongado, se ve muy atacada por la acción directa de los rayos del sol, lo que degrada parte de la lignina contenida en la madera, específicamente en su capa superficial, generándose varias grietas por las cuales permiten el ingreso de la humedad, lo que favorecen la invasión de hongos.

Las condiciones climáticas del lugar son un factor clave, ya que determinan un proceso de cuáles pueden ser los agentes que intervengan en la durabilidad del material (lluvia, sol y viento), o si se expone a una extrema humedad atmosférica, la madera presentará mayores movimientos dimensionales debido a la pérdida o ganancia. La buena elección de la especie es fundamental para poder definir el tratamiento y acabado que se va a utilizar, ya que de esta elección depende el comportamiento de la madera a la intemperie.

Según Peraza et al. (1995), un buen preservador debe ser: tóxico para los organismos xilófagos, para los destructores de madera; permanente; penetrable; seguro de manejar y de usar; no ser corrosivo para la madera y el metal; abundante y económico. Todos los preservadores son sometidos en mayor o menor cantidad a una alteración con el paso del tiempo según la exposición a la intemperie. Si el preservante es eficiente, la alteración se producirá de forma más lenta. Para Peraza (2001), una sustancia que se evapore con el paso de los años o que cambie químicamente en un corto periodo de tiempo no sirve como preservador. Gracias a nuevas investigaciones y tecnologías, los métodos de preservación cada vez son más durables y menos agresivos con el medio ambiente; la madera tratada ha de durar aproximadamente entre 40 a 50 años o más en función.

Otro tipo de agente degradador de la madera son los agentes atmosféricos, la radiación solar genera una descomposición físico-mecánica de la madera, la cual en pequeñas dimensiones no sufre alteraciones en su resistencia mecánica, sólo se ven cambios en el color superficial de la madera, adquiriendo una tonalidad grisácea oscura en maderas claras y una tonalidad más clara en el caso de maderas oscuras.

Los rayos ultravioletas continuos degradan y alteran las resinas de los productos superficiales de acabado, especialmente los que no están protegidos por pigmentos. Los rayos infrarrojos inciden en la madera, generando el calentamiento de la zona donde penetran. Por esto producen grietas superficiales y hacen subir la resina gracias al recalentamiento. Cuando la madera posee productos de acabado superficial, se envejece la resina, debido al calor que generan estos rayos. Su daño es muy perjudicial con el paso del tiempo, ya que aparecen grietas superficiales, las cuales al fin y al cabo terminan destruyendo la madera, debido a que la humedad penetra con mayor facilidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Establecer métodos de protección para la madera ante el deterioro directo producido por la exposición solar y la humedad en las condiciones climáticas de la ciudad de Cuenca.

1.3.2 Objetivos específicos

- Revisar y analizar bibliografía sobre la degradación de la madera ante la exposición a los rayos solares y la humedad.
- Analizar diferentes métodos de protección para la madera y su impacto en la reducción del deterioro físico y estético y calcular el tiempo en que la madera pierde su tonalidad instalada en construcción.
- Definir una guía constructiva de recubrimientos de madera que exponga los resultados encontrados en la etapa experimental.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Dentro del estudio desarrollado por Melero (2020), cuyo título reza: “Lesiones habituales de las estructuras de madera tradicionales y criterios de intervención” se presentaba como objetivo el explorar la madera como un material estructural, centrándose en los factores que contribuyen a su degradación, incluyendo organismos vivos y no vivos, así como las lesiones que pueden resultar de ellos. Además, se discutían los tratamientos preventivos y curativos que pueden ser aplicados antes de su uso en construcción o para remediar daños una vez que los mismos hayan ocurrido. Los daños se abordarían después de una evaluación de las distintas formas en las que la madera puede encontrarse en una edificación. El objetivo último es proporcionar información útil para profesionales de la construcción sobre la protección de la madera, a fin de preservarla y prevenir su deterioro, y así garantizar su durabilidad y seguridad estructural.

En la investigación titulada “Importancia de las características Anatómicas y Organolépticas de madera, para la conservación y protección de Cedrela Odorata (Cedro) y Swietenia Macrophylla (Caoba)” desarrollada por Guerra y Sacoto (2021), el propósito principal fue examinar las propiedades anatómicas y organolépticas de las especies forestales, para lo cual se plantearon objetivos específicos, el primero, describir las características anatómicas y organolépticas de la madera, y el segundo, establecer las claves de identificación más importantes de la madera. Para cumplir estos objetivos, se obtuvo la madera de dos árboles de cada especie ubicados en el cantón Tena, provincia de Napo, los cuales se talaron, trozaron y aserraron. Se determinaron las características organolépticas y las claves de identificación en las trozas y varias piezas de madera aserrada. Este estudio ayudó a la formación básica de profesionales forestales, estudiantes, madereros y otros actores del sector forestal, proporcionando conocimientos sólidos para mejorar la toma de decisiones y control forestal más efectivo, ayudando así a la conservación y protección de estas especies forestales amenazadas por el comercio ilegal.

A nivel local, se señala al estudio denominado “Generación de base de datos sobre patologías en estructuras de madera” elaborado por Portoviejo (2022) que se propuso crear una base de datos sobre patologías en estructuras de madera, dividiendo el estudio en dos partes: la primera parte consistió en la recolección de información documental de fuentes bibliográficas y científicas, mientras que la segunda parte se enfocó en recopilar información de campo a través de visitas técnicas y fotografías para comparar y mejorar el banco de imágenes.

La base de datos fue desarrollada en el Software NOTION y contenía información detallada sobre la descripción de la patología, sus características principales, imágenes, fuentes bibliográficas, técnicas y equipos de reconocimiento y tratamientos correspondientes. Esta investigación formó parte de un proyecto más amplio que tenía como objetivo crear una base de

datos sobre estructuras construidas con diferentes materiales como el acero, el hormigón y materiales cerámicos.

El marco teórico de la investigación incluyó información sobre el contexto de la madera como material de construcción, así como una descripción detallada de cada una de las patologías que pueden presentarse en las estructuras de madera, su clasificación y los tratamientos correspondientes. Además, se presentaron tres casos prácticos en los que se utilizó la base de datos.

2.2 Especies arbóreas locales en Cuenca

Al presente, los márgenes de los ríos son considerados los refugios más importantes para la vegetación y animales en Cuenca, ya que aquí se pueden encontrar pequeñas áreas de vegetación nativa original. En estos lugares prosperan varias especies de árboles y arbustos nativos y endémicos como: el cedrillo, el yubar, el zhiripe, el aliso, el turpug, el cañaro, el sharcao y el bayán.

La mencionada vegetación originaria se encuentran principalmente en las zonas perimetrales a los centros urbanos de Cuenca, específicamente en los ríos Yanuncay y Tomebamba, en áreas como Marianza Sustag, Sayausí, y Barabón. A pesar de que las orillas de los ríos de Cuenca han sufrido una gran alteración, la riqueza de plantas vasculares registradas en los márgenes de los ríos de Cuenca asciende a 256 especies arbóreas. De estas especies, 161 (63%) son originarias, 82 (32%) fueron introducidas y 13 (5%) son endémicas (Minga & Verdugo, 2016).

En la tabla 1, son señaladas algunas especies nativas de la ciudad de Cuenca que destacan por su uso en la construcción, fabricación de muebles y ebanistería.

Tabla 1: *Especies madereras usadas en la construcción*

Especie	Nombre Científico
Disñán	Maytenus verticillata
Tulapo	Clethra fimbriata
Sarar	Weinmannia fagaroides
Chachaco	Escallonia myrtilloides
Nogal	Juglans neotropica
Aguacatillo	Ocotea heterochroma
Cedro	Cedrela montana
Guabisay	Podocarpus sprucei

Nota. Tomado de (Minga & Verdugo, 2016).

2.3 Datos sobre el clima y radiación en Cuenca

Cuenca, Ecuador, se encuentra en la región montañosa conocida como la Sierra, a una altitud de aproximadamente 2,500 metros sobre el nivel del mar. El clima en esta zona es subtropical de alta montaña, lo que significa que es relativamente fresco y húmedo durante todo el año. La temperatura promedio anual en Cuenca es de alrededor de 15°C, con una oscilación de entre 8°C y 22°C. Los meses más fríos son de mayo a agosto, con temperaturas mínimas promedio de alrededor de 8°C. Los meses más cálidos son de diciembre a marzo, con temperaturas máximas promedio de alrededor de 22°C (Burbano, 2023).

En cuanto a la radiación solar, la altitud de Cuenca significa que la ciudad recibe una radiación solar intensa durante todo el año. Los niveles más altos de radiación solar se registran entre los meses de enero y mayo (entre 4 y 6 kWh/m²/día), mientras que los niveles más bajos se registran entre los meses de junio y septiembre (Machuca, 2022).

Es importante tener en cuenta que el clima y los niveles de radiación pueden variar significativamente según la ubicación exacta en Cuenca y la época del año, por lo que es recomendable consultar a organismos especializados en el control climático para obtener información actualizada y específica.

2.4 Teoría de la madera

La teoría de la madera se refiere a un conjunto de principios y conocimientos que se utilizan para entender la estructura, las propiedades y el comportamiento de la madera. Esta teoría se basa en la investigación científica y en la experiencia práctica acumulada a lo largo del tiempo por expertos en el campo de la ingeniería y la construcción de madera.

El estudio de la Madera se enfoca en la comprensión de los procesos y fenómenos que tienen lugar en la madera, como su crecimiento, su estructura a nivel microscópico, su comportamiento frente a la humedad, el fuego y la carga, entre otros factores que pueden afectar su integridad y resistencia (Gysling et al., 2021).

Los conocimientos sobre la madera, también se utilizan para desarrollar técnicas y estrategias, para el diseño y la construcción de estructuras de madera tanto seguras como eficientes, incluyendo el uso de técnicas de modelado y simulación para evaluar la capacidad de carga y el comportamiento de la madera ante diferentes condiciones.

2.4.1 Estructura de la madera

La madera está compuesta mayormente por celulosa junto con otros polímeros naturales como la lignina (25%), la hemicelulosa (25%) y otros componentes orgánicos como resinas, ceras y grasas. En términos sencillos, un árbol puede describirse como un conjunto de vasos o células que transportan alimentos y productos de desecho, a través del árbol, y cuyas paredes están compuestas de celulosa pegada con lignina (Alvarado, 2021). A continuación, en la tabla 2, se describe la estructura básica de la madera.

Tabla 2: Estructura básica de la Madera

Componente Estructural	Descripción
Corteza	Consiste en la capa exterior de la madera y tiene como función proteger el tronco y las ramas de la planta contra los daños mecánicos y las enfermedades. Es equivalente a la dermis animal, se compone de una cutícula rugosa de células muertas que brindan protección a la madera contra el medio ambiente.
Cambium	Resulta en una capa de células vivas que se encuentra por debajo de la corteza y es responsable del crecimiento en espesor de la madera, por lo que básicamente funge como una unión de las otras dos capas con las que entra en contacto.
Albura	Es la parte blanca de la madera que se encuentra debajo de la corteza y se compone de células vivas y muertas. Se encarga del transporte de agua y nutrientes de la raíz a las hojas de la planta. Como la parte viva más externa de un tallo o rama leñosa, por lo general, puede distinguirse del duramen por su color más claro.
Duramen	Segmento más interno de la madera que se compone de células muertas. Es responsable de proporcionar la fuerza y resistencia mecánica a la planta. Comprende la mayor parte de la sección transversal de un tallo. Es el resultado del proceso natural de envejecimiento del árbol y puede ser distinguido por su color más oscuro.
Anillos de crecimiento	Son las marcas concéntricas que se ven en un corte transversal de la madera y representan el crecimiento anual de la planta. La anchura de los anillos de crecimiento indica la velocidad de crecimiento y las condiciones ambientales en las que se desarrolló la planta.
Médula	Sería la parte central de la madera encontrándose en la base de los troncos y ramas. Se compone de células muertas y tiene poca función estructural en la planta o escasa resistencia. Por lo general, no se utiliza en la industria maderera. También es conocida como el núcleo del árbol y es la parte más antigua de este. Consiste en una pequeña zona oscura de células vivas y esponjosas de consistencia corchosa que se encuentra justo en el centro del tronco del árbol, protegida por el duramen (la madera más dura).

Nota. Tomado de (Carlosama, 2020; Egües, 2021; Arias, 2021; Sierra, 2020).

A continuación, se presenta una imagen referencial en donde es posible visualizar cada una de estas estructuras básicas de la madera en la Figura 1.

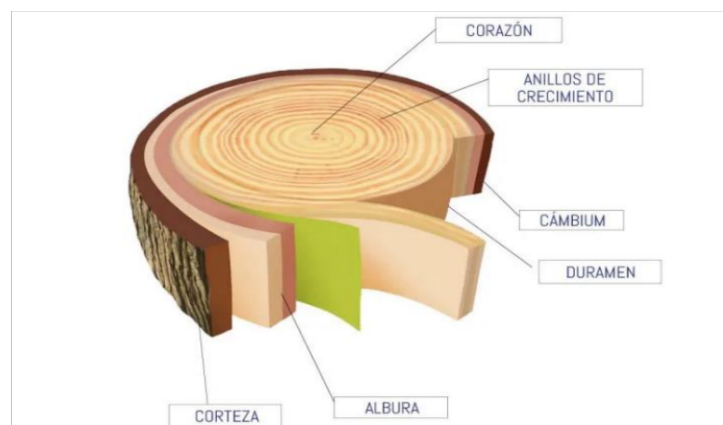


Figura 1: Estructura macroscópica de la madera

Fuente: (viralfeed, 2022)

2.4.2 Tipos de madera

Existen muchos tipos de madera y cada uno de estos poseen sus propias características. Dentro de especímenes de madera más comunes se tiene al pino, el cedro, la teca, el haya, el nogal, el abeto, el roble y la caoba. Por ello, seguidamente, en la tabla 3, se describen algunos de los tipos de madera más comunes, su clasificación y porcentaje de uso dentro de la construcción.

Tabla 3: Tipos de Madera Comunes

Clasificación	Tipo de Madera	Descripción	Uso en la construcción
Coníferas	Pino	La madera de pino es una de las más utilizadas en la construcción debido a su resistencia, durabilidad y bajo costo. Es fácil de trabajar y resulta idónea para la construcción de estructuras de madera, vigas, techos y muebles.	Aproximadamente 80% en construcción de madera y un 20% en edificaciones grandes, tanto para marcos, carpintería y muebles
	Abeto	El abeto es una madera ligera y suave, con una textura uniforme y una superficie lisa. Excelente para la construcción de muebles, revestimientos de paredes y techos	Es menos resistente que el pino, pero también se usa extensamente, aproximadamente 60% en algunas regiones.
Latifoliadas	Roble	El roble es una madera dura y resistente, con una textura gruesa y poros abiertos. Es ideal para la construcción de muebles, suelos y revestimientos de paredes.	Aproximadamente 10-20%.
	Caoba	La caoba es una madera dura y pesada, con una textura uniforme y una superficie suave. Recomendada para elaborar de	Menos del 5%.

	muebles de alta calidad, revestimientos de paredes y pisos.	
Cedro	El cedro es una madera ligera y resistente a la putrefacción y a la acción de los insectos. Adecuada para la fabricación de cercas, revestimientos de paredes y techos.	Aproximadamente 5-10%.
Nogal	El nogal es una madera dura y resistente, con una textura fina y una superficie suave. Muy conveniente para la elaboración de revestimientos, muebles y suelos.	Menos del 5%.
Teca	La teca es una madera dura y resistente a la putrefacción y a la acción de los insectos. Muy conveniente para la fabricación de muebles de exterior, cubiertas de barcos y suelos	Aproximadamente 5-10%.
Eucalipto	Moderadamente dura, lo que la hace adecuada para una variedad de aplicaciones estructurales y decorativas.	Aproximadamente 5-10%.

Nota. Tomado de (viralfeed, 2022; Jacob, Venegas, & Donoso, 2019; Cimadevilla, Pineda, Gonzalez, & Gómez, 2022; Romero, 2021).

Todas estas maderas pueden ser clasificadas por medio de una categorización relacionada con su dureza, siendo estas dos categorías principales: maderas duras y maderas blandas, las cuales son descritas en la tabla 4.

Tabla 4: *Maderas Duras y Maderas Blandas*

Categoría de Madera	Descripción
Maderas Duras	Proviene de árboles de hoja caduca y suelen ser más densas y resistentes que las maderas blandas. Algunos ejemplos de maderas duras son el roble, nogal y caoba. Estos tipos de madera son muy utilizados en la fabricación de muebles y pisos debido a su resistencia y durabilidad
Maderas Blandas	Proviene de árboles coníferos o de hoja perenne y suelen ser más ligeras y fáciles de trabajar que las maderas duras. Algunos ejemplos de maderas blandas son el pino, abeto y cedro. Estos tipos de madera son muy utilizados en la construcción debido a su facilidad para trabajar con ellos y su bajo costo.

Nota. Tomado de (Jacob et al., 2019; Romero, 2021).

Entonces, la elección del tipo de madera depende del uso previsto, el presupuesto y las preferencias estéticas. Cada tipo de madera tiene sus propias características y propiedades, y es importante seleccionar la madera adecuada para garantizar la durabilidad y la estabilidad de la construcción.

2.4.3 Propiedades Técnicas de la madera

Las propiedades técnicas de la madera se refieren a las características físicas y mecánicas que la hacen un material de construcción valioso. Estas propiedades pueden variar según la especie de árbol, el lugar donde se cultivó, el tiempo de crecimiento y el proceso de secado y tratamiento. A continuación, se describen algunas de las propiedades técnicas más importantes de la madera en la tabla 5.

Tabla 5: *Propiedades técnicas de la madera*

Propiedad Técnica	Descripción
Resistencia mecánica	La madera tiene una alta resistencia a la compresión, flexión, tracción y corte, lo que la hace ideal para la construcción de estructuras. Esta resistencia depende de la orientación de las fibras y de la densidad de la madera.
Dureza	La madera es un material relativamente duro y resistente al desgaste, aunque algunas especies pueden ser más blandas y susceptibles a dicho desgaste.
Estabilidad dimensional	La madera tiene una tendencia natural a expandirse y contraerse debido a los cambios de humedad y temperatura. Sin embargo, algunas especies tienen una mayor estabilidad dimensional que otras. La estabilidad dimensional de la madera es una evaluación cualitativa de su capacidad para resistir los cambios en su forma cuando se expone a fluctuaciones en la humedad relativa del aire mientras está en uso. Esta evaluación depende de los índices de contracción y expansión de la madera.
Durabilidad	La madera es un material resistente al desgaste, a la putrefacción y a la acción de los insectos y hongos, pero su durabilidad puede variar según la especie.
Peso	La densidad y el peso de la madera pueden variar considerablemente según la especie, la humedad y el tratamiento.
Conductividad térmica	La madera tiene una baja conductividad térmica, lo que la hace un buen aislante térmico.
Acústica	La madera tiene una buena capacidad de absorción y reflexión del sonido, lo que la hace un buen material para la construcción de paredes, techos y suelos acústicos.

Nota. Tomado de (Peña, 2019; Cubillos et al., 2019; Ruiz et al., 2019; Díaz et al., 2019).

2.4.4 Patologías de la madera

Las patologías de la madera son las alteraciones o deterioros que puede sufrir este material, que afectan su calidad y durabilidad. Estas patologías pueden ser causadas por agentes bióticos y abióticos (Ruiz et al., 2019). En la tabla 6 se describen dichos agentes.

Tabla 6: *Agentes Bióticos y Abióticos*

Agente	Descripción
Agentes bióticos	Son aquellos seres vivos que pueden producir daños en la madera, como los hongos e insectos. Los hongos pueden causar pudrición en la madera y los insectos pueden alimentarse de ella durante su fase larvaria.
Agentes abióticos	Son aquellos factores no vivos que pueden afectar a la madera, como las condiciones climáticas adversas (salitre en áreas marítimas, exposición a rayos solares), defectos propios del material (fibras, nudos) o una instalación anómala (falta de tratamiento con pinturas o barnices).

Nota. Tomado de (Portoviejo, 2022) y (Reyes & Zaruma, 2017).

En la tabla 6, se describen algunas de las patologías más comunes, a que se somete la madera, las cuales provocan alteraciones a nivel superficial, afectando entonces, no solo los aspectos decorativos o estéticos de esta, sino que, además facilitan el ingreso de agentes destructivos.

Tabla 7: *Patologías de la Madera Comunes*






Patología	Descripción	Gráfico
Podredumbre	Es una patología causada por hongos que descomponen la madera, degradando su estructura y reduciendo su resistencia. Existen diferentes tipos de podredumbre, como la podredumbre blanca, la podredumbre marrón y la podredumbre seca	

Figura 2: *Madera con podredumbre*

Fuente: (Aprea & Murace, 2019)

<p>Termitas</p>	<p>Las termitas son insectos que se alimentan de la madera, dañándola y debilitándola. Causan daños estructurales graves si no se tratan adecuadamente.</p>	 <p>Figura 3: <i>Madera con termitas</i> Fuente: (Aprea & Murace, 2019)</p>
<p>Carcoma</p>	<p>La carcoma es un tipo de insecto que se alimenta de la madera, dejando agujeros y galerías en su interior y debilitando la estructura</p>	 <p>Figura 4: <i>Madera con carcoma</i> Fuente: (Aprea & Murace, 2019)</p>
<p>Grietas</p>	<p>Las grietas son fisuras que aparecen en la madera debido a la exposición a la humedad, la sequedad, el sol y otros factores ambientales. Afectan la apariencia y la resistencia de la madera</p>	 <p>Figura 5: <i>Madera con grietas</i> Fuente: (Aprea & Murace, 2019)</p>
<p>Manchas y decoloraciones</p>	<p>Las manchas y decoloraciones pueden ser causadas por hongos, bacterias, moho y otros organismos. Consiguen afectar la apariencia de la madera y reducir su valor estético</p>	 <p>Figura 6: <i>Madera con manchas y decoloración</i> Fuente: (Aprea & Murace, 2019)</p>
<p>Deformaciones</p>	<p>Las deformaciones son alteraciones en la forma de la madera, como curvaturas, torceduras y abolladuras. Pueden ser causadas por cambios en la humedad, la temperatura y otros factores ambientales</p>	 <p>Figura 7: <i>Madera con deformaciones</i> Fuente: (Aprea & Murace, 2019)</p>

Nota. Tomado de (Aprea & Murace, 2019), (Reyes & Zaruma, 2017) y (Portoviejo, 2022).

2.5 Radiación Solar

La radiación solar es una forma de energía electromagnética que es emitida por el sol y se propaga a través del espacio en forma de ondas. El Sol es una estrella cuya superficie se encuentra a una temperatura media de 5778 K y en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones de fusión nuclear que producen una pérdida de masa que se transforma en energía.

La radiación solar es una fuente esencial de energía para la vida en la Tierra, ya que es responsable de la fotosíntesis y del ciclo del agua. La radiación solar se compone de diferentes tipos de radiación, incluyendo la radiación ultravioleta (UV), la luz visible y la radiación infrarroja (IR) (Taraborelli et al., 2020).

2.5.1 Impacto de la radiación solar en madera

Cuando la radiación solar incide sobre la madera, puede tener varios efectos. Por un lado, la radiación UV puede descomponer los componentes de la madera, como la lignina y la celulosa, lo que provoca su decoloración y reduce su resistencia. La radiación UV también puede causar la formación de grietas y fisuras en la madera, lo que reduce su durabilidad y su resistencia mecánica.

Por otro lado, la radiación IR puede provocar cambios en la humedad de la madera, ya que aumenta la temperatura de la superficie y provoca la evaporación del agua contenida en la madera. Esto genera la contracción y la deformación de la madera, así como la aparición de grietas y fisuras. La radiación solar puede tener efectos negativos en la madera, como la decoloración, la reducción de la resistencia y la aparición de grietas y fisuras. Es importante tomar medidas preventivas para proteger la madera de la radiación solar, como aplicar productos protectores que contengan filtros UV y mantener la madera bien protegida y ventilada (Taraborelli et al., 2020).

El agrisamiento y descamado de la madera son dos patologías relacionadas que pueden ocurrir cuando la madera está expuesta a la intemperie durante largos períodos de tiempo. Estos efectos están relacionados con la acción de la radiación solar y la lluvia sobre la madera. Su descripción se presenta en la tabla 8.

Tabla 8: *Patologías por exposición a la intemperie*

Patología	Descripción
Agrisamiento	Se refiere al cambio de color de la madera, que se vuelve grisácea o plateada. Esto se debe a la descomposición de la lignina y la celulosa de la madera, causada por la radiación UV. El agrisamiento no es perjudicial para la madera en sí misma, pero puede afectar negativamente su aspecto estético.
Descamado	Se refiere a la separación de las capas de la madera, especialmente en la superficie expuesta. Esto puede ocurrir cuando la madera se expone a la

intemperie durante mucho tiempo y se somete a ciclos repetidos de humedad y sequedad. El descamado puede ser causado por la acción de la radiación solar y la lluvia, que provocan la contracción y expansión de la madera, lo que a su vez puede causar la separación de las capas de la madera.

Nota. Tomado de (Reyes & Zaruma, 2017) y (Aprea & Murace, 2019).

2.6 Humedad

La humedad es la cantidad de agua que está presente en el aire o en un material determinado. Es un factor importante en muchos procesos naturales, incluyendo la evaporación, la precipitación y la condensación. La humedad puede propagarse a través de diferentes medios, los cuales se señalan en la tabla 9.

Tabla 9: *Humedad y Medios de Propagación*

Medio de Propagación	Descripción
Humedad ambiental	La humedad puede penetrar en la madera desde el ambiente circundante, como la humedad relativa del aire.
Contacto directo con agua	La madera puede absorber agua directamente si se sumerge o entra en contacto con agua líquida. Por ejemplo, la lluvia o el contacto con el suelo húmedo pueden ser fuentes de humedad para la madera
Humedad por capilaridad	La humedad puede subir por los poros de la madera, siguiendo la ley de capilaridad, lo que significa que el agua puede ascender por un material poroso debido a la atracción que tiene con las paredes de los poros
Humedad por conducción	La humedad puede propagarse a través de la madera en un proceso llamado conducción. Este proceso ocurre cuando la madera está en contacto con un material que está húmedo y la humedad se transfiere de un material a otro
Humedad por convección	La humedad puede ser transportada a través de la madera por convección, que ocurre cuando el aire húmedo fluye sobre la superficie de la madera.

Nota. Tomado de (Rosales, 2020), (Suárez, 2021) y (Melero, 2020).

2.6.1 Humedad en la madera

En el caso de la madera, la humedad es un factor crítico que afecta su comportamiento, sus propiedades, tanto físicas como mecánicas, y su durabilidad. La humedad en la madera se encuentra en dos formas principales: agua libre y agua ligada. El agua libre es el agua que se encuentra en los poros de la madera y que puede evaporarse o moverse libremente, mientras que

el agua ligada es el agua que está unida a los componentes de la madera, como la celulosa y la lignina.

El contenido de humedad de la madera es un factor importante que afecta su comportamiento, ya que la madera es un material higroscópico, lo que significa que absorbe y libera humedad en función del ambiente en el que se encuentra. La humedad puede afectar la estabilidad dimensional de la madera, es decir, su tendencia a cambiar de forma y tamaño en respuesta a cambios en el contenido de humedad. Cuando la madera se encuentra en ambientes muy húmedos, se hincha y se puede deformar, mientras que, en ambientes muy secos, se encoge y puede agrietarse (Melero, 2020).

La humedad también puede afectar la resistencia y durabilidad de la madera. La presencia de agua en la madera puede favorecer el crecimiento de hongos y otros microorganismos que pueden provocar la descomposición y la degradación de la madera. Además, la presencia de agua en la madera puede favorecer la corrosión de los elementos de metal que se encuentran en contacto con la madera.

2.6.1 Humedad de equilibrio

La humedad de equilibrio (HE) es un concepto fundamental en la ciencia de la madera y otros materiales higroscópicos. Esta característica, es el contenido de humedad que el material alcanza cuando está en equilibrio con la humedad relativa y la temperatura del aire circundante, es decir, el punto en el cual el material ya no gana ni pierde humedad (Suárez, 2021).

La humedad de equilibrio está influenciada principalmente por la humedad relativa del aire y la temperatura. Dicho de otra manera, a mayor humedad relativa del aire, mayor será la humedad de equilibrio de la madera, y viceversa. La temperatura también afecta la humedad de equilibrio, aunque en menor medida que la humedad relativa. En general, a mayor temperatura, la capacidad del aire para retener humedad aumenta, lo que puede influir en la HE (Melero, 2020).

Mantener la madera cerca de su humedad de equilibrio es crucial para garantizar su estabilidad dimensional, ya que la madera es higroscópica, lo que significa que absorbe y libera humedad del ambiente, provocando cambios en sus dimensiones. Mantener la madera cerca de su HE minimiza la contracción y expansión, reduciendo el riesgo de deformaciones y grietas. Además, la madera en su HE es menos susceptible al ataque de hongos y otros organismos, mejorando su durabilidad. Por estas razones, en la industria de la construcción y la fabricación de muebles, es crucial secar la madera hasta que alcance su HE antes de usarla. Las condiciones de almacenamiento también deben controlarse para mantener la madera en su HE.

CAPÍTULO III

3. SELECCIÓN Y CREACIÓN DE PROBETAS

3.1 Metodología

3.1.1 Revisión bibliográfica

Se buscó y analizó diferentes fuentes bibliográficas que contengan datos de especies arbóreas en la ciudad de Cuenca en la cual se pueda diferenciar según su especie y características físicas, al igual que métodos de protección de las distintas patologías que puede sufrir o afectar la madera, de esta forma poder crear un cronograma de acciones a realizarse en futuras pruebas.

3.1.2 Descripción de ensayo

Se realizará un análisis en tres piezas de madera con dimensiones de 5x5x10cm por cada una de las diferentes especies arbóreas; roble, caoba y cedro, ya que las diferentes maderas poseen distintas densidades en su estructura física. Se las expondrá a la intemperie durante 24 horas para lograr un equilibrio de humedad dentro del terreno en el cual se realizarán las pruebas, a cada una de las piezas de madera se les proveerá de protección contra la humedad y rayos UV utilizando el método de brocha según la norma CPE INEN-NEC-SE-MD 26-7, consiste en una sucesión de varias capas de tinte, sellador y laca de variadas marcas, una por cada especie de madera según corresponda del producto.

Se tomará la primera lectura de tonalidad inicial de las probetas ante de ser expuestas a los ensayos de exposición UV. Se identifican cada una de las especies arbóreas seleccionadas y se las clasifica según la protección de lacas, sellantes y tintes con las que fueron protegidas cada una de estas probetas, para después ser ingresadas a la cámara de arco de xenón cuya finalidad es de simular los efectos que tiene la radiación solar y la humedad a la intemperie. Se genera una codificación de probetas antes de ser sometida a la cámara de envejecimiento, seleccionando el filtro de luz de día para la cámara de xenón según la norma NTE INEN-ISO 11341: 2004, norma que describe la manera en la que se debe llevar a cabo un ensayo de envejecimiento acelerado de materiales compuestos.

Después de haber expuesto las probetas durante 24 horas se tomará la primera lectura de tonalidad para poder ejecutar una comparación entre la tonalidad inicial de las probetas con respecto al tono que se logre obtener en esta primera observación y se registrará los cambios que se encuentren en las dimensiones de las piezas y su tonalidad, la segunda toma se la realiza al finalizar una exposición de 100 horas por cada probeta (el equivalente a 1 año y 1 mes de exposición). Tomando y corroborando que las medidas de todas las piezas de madera sean de 5x5x10 cm se procede a realizar las pruebas de deterioro de la madera ante los rayos de luz solar. Al final de las pruebas las diferentes piezas serán sometidas a una prueba de resistencia a la compresión para poder determinar qué tipo de madera de las diferentes especies arbóreas, resistió más físicamente a la exposición.

El proceso se repetirá con distintos tipos de sellador, laca y tonalidad de tintes, para poder determinar cuál es la mejor manera de protección de la madera y de esta forma alargar la vida de la madera y abaratar costos de mantenimiento.

3.1.3 Guía constructiva

Se recopila datos previamente obtenidos para analizarlos debidamente y así llegar a definir cuál es el tipo de madera más resistente y la combinación de productos óptimos para alargar la vida útil y estética de la madera dentro de la construcción.

3.2 Clima

Ecuador, al estar ubicado sobre la línea ecuatorial, posee un notable potencial solar, con niveles favorables para su uso energético, siendo el mismo un factor crucial para tener en cuenta en el cumplimiento de los objetivos de este trabajo. En el caso de estudio, la ciudad de Cuenca se encuentra a una altitud de 2550 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas: -2.88333, -78.98333 de latitud y longitud en Ecuador (Contreras, 2017). A continuación, se presenta los datos climáticos de Cuenca del último año (Tabla 10).

Tabla 10: Datos climáticos de Cuenca

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Promedio máximo °C	20	21	20	20	19	18	18	18	20	21	21	21
Promedio bajo °C	10	10	10	10	9	8	8	7	8	9	7	9
Precipitación promedio	50	40	80	100	100	40	20	20	40	70	40	60
Promedio de humedad	75	76	76	77	77	75	73	75	74	76	74	74

Fuente: (Weatherbase, 2024)

En Cuenca, Ecuador, el clima templado y húmedo presenta variaciones estacionales significativas en temperatura, precipitación y humedad. La temperatura máxima mensual promedio varía entre 18°C y 21°C, siendo más baja entre junio y agosto y alcanzando su punto máximo entre febrero y diciembre, este rango relativamente constante asegura que la madera no esté expuesta a extremos térmicos severos. Por otro lado, la temperatura mínima mensual promedio oscila entre 7°C y 10°C, con las temperaturas más bajas en julio, estas noches frías pueden contribuir a la condensación, lo que puede afectar la madera si no se maneja adecuadamente.

La precipitación promedio en Cuenca muestra una notable variabilidad a lo largo del año. Abril y mayo son los meses más lluviosos, con un promedio de 100 mm de lluvia, mientras que julio y agosto son los meses más secos, con solo 20 mm de precipitación. Esta fluctuación puede influir

significativamente en la absorción de agua por la madera, aumentando el riesgo durante los meses húmedos y facilitando el secado durante los meses secos, razón por la cual es crucial tomar medidas de protección adecuadas durante los períodos de alta precipitación para evitar daños en la madera.

La humedad relativa promedio se mantiene alta durante todo el año, fluctuando entre 73% y 77%, estos niveles elevados de humedad pueden afectar la estabilidad dimensional de la madera y fomentar el crecimiento de moho y hongos. La alta humedad constante es un desafío importante, ya que la madera puede absorber la humedad del aire, lo que podría llevar a su hinchazón, deformación y deterioro si no se protegen adecuadamente.

La radiación solar juega un papel crucial en el secado y mantenimiento de la madera. En Cuenca, la consistencia solar permite un buen secado natural, pero es vital que la ubicación del almacenamiento de madera sea estratégica, dando a entender que maximizar la exposición al sol y evitar sombras prolongadas es esencial para mantener la eficiencia del secado. Durante los meses de alta precipitación, la madera debe protegerse adecuadamente utilizando cobertizos y coberturas impermeables para evitar la absorción excesiva de agua. Es decir, es fundamental aplicar selladores y tratamientos protectores para reducir la absorción de humedad y proteger la madera de la radiación UV, además de realizar tratamientos antifúngicos para prevenir el crecimiento de moho y hongos debido a la alta humedad.

3.3 Selección de especies arbóreas

Para esta investigación, se seleccionaron tres especies arbóreas: roble, caoba y cedro, maderas latifoliadas de consistencia dura las cuales cumplen con las especificaciones técnicas del NEC-11 y son cotizadas en el mercado de la ciudad de Cuenca por arquitectos, ebanistas y personas afines a la construcción. La elección de estas especies se basa en sus propiedades físicas, estéticas y su disponibilidad en el mercado del sector de estudio, así como en su reconocimiento por su durabilidad y resistencia a condiciones ambientales adversas. A continuación, se detalla la justificación de la selección de cada una de estas especies:

3.3.1 Roble (*Quercus spp.*)

El roble es conocido por su dureza y densidad, lo que lo convierte en una de las maderas más resistentes y duraderas, razones que lo vuelven ampliamente utilizado en la construcción y fabricación de muebles debido a su resistencia al desgaste y su capacidad para soportar cargas pesadas. El roble tiene una textura atractiva y un grano distintivo que mejora su valor estético. Además, su resistencia a la intemperie y a los ataques de insectos lo hace adecuado para aplicaciones exteriores, donde puede enfrentar condiciones climáticas extremas como las de Cuenca.

3.3.2 Caoba (*Swietenia spp.*)

La caoba es una madera tropical valorada por su durabilidad y estabilidad dimensional, conocida por su belleza estética, con un color rojizo profundo y un grano fino que la hace muy

atractiva para muebles y acabados interiores y exteriores de alta calidad. La caoba tiene una alta resistencia a la humedad y a la descomposición, lo que la hace ideal para condiciones climáticas variables. Su capacidad para mantener su forma y estructura bajo cambios extremos de temperatura y humedad la convierte en una opción excelente para esta investigación.

3.3.3 Cedro (*Cedrela odorata*)

El cedro es una madera ligera y resistente, conocida por su capacidad para repeler insectos y su resistencia natural a la descomposición, además de llegar a ser muy apreciado por su fragancia distintiva y su grano fino, lo que lo hace popular en la fabricación de muebles, revestimientos y elementos estructurales. El cedro tiene una excelente resistencia a la intemperie, lo que le permite soportar la exposición prolongada a la radiación solar y a las precipitaciones sin sufrir daños significativos. Esta característica es particularmente relevante para evaluar su desempeño en las condiciones climáticas de Cuenca.

3.3.4 Evaluación

La selección de roble, caoba y cedro permitió una evaluación comparativa minuciosa de cómo diferentes especies madereras reaccionan a la exposición prolongada ante la radiación solar y a la humedad en Cuenca (Tabla 11). Cada una de estas especies ofrece un conjunto único de propiedades que proporcionan una amplia gama de datos sobre su durabilidad, estabilidad dimensional y cambios estéticos bajo condiciones ambientales variables. Al analizar las especies, se pudo determinar cuál de ellas presenta la mejor resistencia y desempeño, proporcionando información valiosa para la selección de materiales de construcción en entornos similares.

Tabla 11: *Condiciones y parámetros del ensayo*

Ítems	Descripción
Longitud de onda de la lámpara	340 nanómetros
Irradiancia	0.35 W/m ²
Temperatura	27 °C
Ciclos	51 minutos con luz, 18 minutos con luz y aspersión, 33 minutos con luz y 18 minutos con oscuridad
Tiempo de exposición total del experimento	100 horas
Observaciones	A las 50 y 100 horas de exposición

Fuente: Elaboración propia.

Se considera adecuados los tiempos de 50 y 100 horas de observación debido a que en estos periodos es cuando la madera muestra cambios significativos en su aspecto estético, ya que la exposición a la radiación a sido considerable, pero en periodos intermedios los posibles cambios no son fácilmente observables.

3.4 Desarrollo de la experimentación

3.4.1 Probetas de estudio

Para la presente sección se ha tomado en consideración las indicaciones de la norma ISO 4892-1, la cual es una guía internacional que establece los procedimientos y métodos para la exposición de materiales a fuentes de luz artificial, replicando las condiciones de exposición a la intemperie. Dicha norma es fundamental para evaluar la durabilidad y estabilidad de diversos materiales, como polímeros y productos acabados, bajo la influencia de la radiación solar y otras condiciones ambientales simuladas. Al seguir los estándares definidos los investigadores y fabricantes pueden obtener datos precisos y consistentes sobre cómo los materiales se comportan y degradan con el tiempo, lo que es esencial para mejorar su resistencia y longevidad en aplicaciones reales.

Así pues, se cuenta con las siguientes consideraciones:

a. Forma, moldeado y preparación

- **Métodos de preparación de probetas:** Los métodos utilizados para preparar las probetas pueden influir significativamente en su durabilidad aparente. Por ello, es fundamental que las partes interesadas acuerden el método de preparación de las muestras, el cual debe estar relacionado con el proceso normalmente empleado en aplicaciones típicas del material. Es importante incluir una descripción detallada del método de preparación en el informe del ensayo.
- **Dimensiones de las probetas:** Las dimensiones de las probetas deben ser las especificadas en el método de ensayo correspondiente a las propiedades que se medirán después de la exposición. Si es posible, se debe exponer el propio artículo completo cuando se pretende evaluar el comportamiento de un tipo específico de artículo.
- **Preparación de polímeros y materiales similares:** Si el material a ensayar es un polímero en forma de gránulos, virutas o pastillas, las probetas deben cortarse a partir de una lámina producida según un método adecuado. La forma y dimensiones exactas de las probetas se determinarán según el procedimiento de ensayo específico para la propiedad de interés. Los métodos de corte o mecanizado empleados pueden afectar los resultados de las mediciones y, por lo tanto, la durabilidad aparente de las probetas. Los procedimientos descritos en las Normas ISO 293, ISO 294-1, -2 y -3, ISO 295, ISO 2557-1 e ISO 3167 son satisfactorios para la preparación de probetas.
- **Corte de probetas a partir de muestras mayores:** En algunos casos, las probetas individuales deben cortarse a partir de una muestra mayor ya expuesta. Por ejemplo, los materiales que se exfolian pueden exponerse en forma de láminas mayores de las cuales se cortan las probetas tras la exposición. Los efectos de cualquier operación de corte o mecanizado en las propiedades de las probetas son mayores cuando se cortan después de la exposición, especialmente en materiales que se debilitan al exponerse. Para esto, se deben seguir los procedimientos descritos en la Norma ISO 2818. Las probetas deben

cortarse preferentemente de áreas que estén al menos a 20 mm de las sujeciones o esquinas de las muestras expuestas, sin eliminar material de la cara expuesta durante la preparación.

- **Comparación de Materiales:** Para comparar materiales en un ensayo de exposición, deben utilizarse probetas de dimensiones y áreas expuestas similares.

b. Número de probetas

- **Especificación del número de probetas:** El número de probetas para cada grupo de condiciones de ensayo o periodo de exposición debe especificarse en el método de ensayo correspondiente a la propiedad o propiedades que se medirán tras la exposición.
- **Número recomendado de probetas:** Si el método de ensayo no especifica el número de probetas, se recomienda preparar un mínimo de tres probetas iguales de cada material para cada etapa de la exposición.
- **Ensayos destructivos:** Para ensayos destructivos, el número total de probetas requeridas dependerá del número de periodos de exposición y de las probetas de control no expuestas que se ensayarán simultáneamente con las probetas expuestas.
- **Materiales de Control:** Es preferible incluir materiales de control con durabilidad conocida en cada ensayo de exposición. Antes de realizar comparaciones interlaboratorios, las partes interesadas deben acordar los materiales de control a utilizar. El número de probetas de control debe ser el mismo que el utilizado para los materiales de ensayo.

c. Almacenamiento y acondicionamiento

- **Acondicionamiento de probetas y muestras mayores:** Si las probetas y/o probetas de referencia se obtienen a partir de muestras mayores, deben acondicionarse después de su preparación según lo especificado en la Norma ISO 291. En ciertas situaciones, puede ser necesario acondicionar previamente las láminas antes de cortarlas o mecanizarlas, para facilitar la preparación de las probetas.
- **Acondicionamiento para ensayos mecánicos:** Cuando se realizan ensayos para evaluar las propiedades mecánicas de los materiales expuestos, las probetas deben acondicionarse adecuadamente antes de medir sus propiedades. Las condiciones de acondicionamiento deben seguir las especificaciones de la Norma ISO 291, cuando sea aplicable. Dado que las propiedades de algunos tipos de madera son muy sensibles a la humedad, puede ser necesario prolongar el tiempo de acondicionamiento más allá de lo establecido en la Norma ISO 291, especialmente si las probetas han estado expuestas a condiciones climáticas extremas.
- **Almacenamiento de probetas de control:** Las probetas de control deben almacenarse en la oscuridad bajo condiciones normales de laboratorio, preferiblemente en una de las atmósferas estandarizadas especificadas en la Norma ISO 291.
- **Medida del color y comparación visual:** Algunos materiales pueden cambiar de color durante su almacenamiento en la oscuridad, especialmente después de haber sido


sometidos a envejecimiento al aire libre. Es crucial realizar la medida del color o la comparación visual lo antes posible después de la exposición, una vez que la superficie expuesta se haya secado.

d. Descripción de probetas

Las probetas se seleccionaron y prepararon siguiendo las normas establecidas para garantizar la precisión y fiabilidad de los resultados. Se evaluarán tres especies de madera: roble, caoba y cedro, sometiéndolas a diversas condiciones climáticas de Cuenca. Estas condiciones incluyen fluctuaciones de temperatura y humedad, así como la exposición a la radiación solar.

Además, se aplicarán a las probetas las diferentes lacas y tintes más usadas por ebanistas y constructores dentro de la ciudad de Cuenca gracias a su disponibilidad de adquisición para investigar su efecto en la durabilidad y apariencia de la madera, dichas lacas cumplen con las características necesarias para la protección de la madera que exige la NEC-11 y cuentan con la certificación INEN (ver: Anexo 1, Anexo 2). A continuación, se presentan las especificaciones de las probetas seleccionadas para este estudio experimental.

Tabla 12: *Probetas de experimentación*

Ítems	Descripción
Tamaño de probeta	5x5x10 cm
Maderas	<ul style="list-style-type: none"> • Roble • Caoba • Cedro
Lacas	<ul style="list-style-type: none"> • Autosellante • Brillante mate autosellante • Laca brillante de exteriores catalizada
Colores de tinte	<ul style="list-style-type: none"> • Amarillo • Caramelo • Bourneo
Fotografías	

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2 Definición de variables

En el presente estudio, se definieron varias variables ambientales y de tratamiento que influirán en la evaluación del impacto de la radiación solar y la humedad en la madera. Para el tratamiento se han seleccionado tres posibles acabados y tintes, los cuales fueron escogidos debido

a su frecuente uso en el mercado local cuando se trata del uso de madera en la construcción. Se consideraron las siguientes combinaciones de acabados y colores de tinte para las probetas de madera (Ficha Técnica en Anexos):

- Combinación A: Laca mate autosellante con color caramelo.
- Combinación B: Laca mate catalizada con color bourneo.
- Combinación C: Laca brillante autosellante con color amarillo.

Cada combinación representa una variación en el tipo de acabado aplicado a las probetas de roble, caoba y cedro, las cuales se expondrán a condiciones ambientales simuladas en Cuenca. Estas variables permitirán evaluar cómo diferentes tipos de lacas y colores de tinte afectan la resistencia y la apariencia estética de la madera frente a los agentes climáticos estudiados.

Es crucial establecer estas variables de manera precisa para asegurar la reproducibilidad y la comparabilidad de los resultados experimentales. El seguimiento meticuloso de estas condiciones facilitará la interpretación de los efectos específicos de cada tratamiento sobre las propiedades físicas y estéticas de la madera bajo estudio.

3.4.3 Periodos de experimentación

En este estudio experimental, los periodos de experimentación se diseñaron meticulosamente para simular las condiciones climáticas de exposición a las que estarán sujetas las probetas de madera. Cada ciclo de experimentación consistirá en una serie de condiciones específicas que permitirán evaluar el impacto de la radiación solar y la humedad en las muestras. Los periodos de experimentación se estructuraron en la Tabla 13.

Tabla 13: Descripción de los ciclos de experimentación

Ciclo	Descripción
Seco (102 minutos)	Las probetas estarán expuestas a irradiación solar simulada con una intensidad de 0.31 W/m ² , utilizando una lámpara UV que emite luz con longitud de onda de 340 nm. La temperatura máxima alcanzada será de 27°C.
Periodo de Oscuridad (18 minutos)	Tras el ciclo de irradiación, las probetas se mantendrán en oscuridad total durante este periodo.
Periodo de Pulverización (18 minutos)	Posteriormente al periodo de oscuridad, se aplicará un ciclo de pulverización para simular la exposición a la humedad ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

Estos ciclos se repetirán a lo largo de un total de 24 horas de ensayo, completando así un ciclo completo de experimentación. Durante este tiempo, se registrarán meticulosamente las variaciones de temperatura, la intensidad de irradiación, y los efectos observados en las probetas de madera bajo cada condición. La estructuración precisa de los periodos de experimentación asegura que las condiciones simuladas sean representativas de los ambientes reales a los que la

madera podría estar expuesta en un periodo equivalente a 13 meses, permitiendo así una evaluación rigurosa de su respuesta ante factores climáticos críticos como la radiación solar y la humedad.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE CAMBIOS ESTÉTICOS

4.1 Análisis de cambio de tonalidad (aspecto)

Para los resultados de esta sección, en primer lugar, se debe tomar en consideración las muestras y sus combinaciones entre el recubrimiento y los tipos de madera utilizada (Tabla 14).

Tabla 14: *Identificación de las muestras ensayadas*

Muestra	Recubrimiento	Madera
A:R	Mate auto sellante, color: caramelo	Cedro
A:FS	Mate auto sellante, color: caramelo	Fernan Sanches (Roble)
A:C	Mate auto sellante, color: caramelo	Caoba
B:R	Laca mate catalizada, color: bourneo	Cedro
B:FS	Laca mate catalizada, color: bourneo	Fernan Sanches (Roble)
B:C	Laca mate catalizada, color: bourneo	Caoba
C:R	Brillante auto sellante, color amarillo	Cedro
C:FS	Brillante auto sellante, color amarillo	Fernan Sanches (Roble)
C:C	Brillante auto sellante, color amarillo	Caoba

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15: *Registro fotográfico de muestras del ensayo de exposición en cámara de arco de xenón*

No.	Muestra	Estado inicial	Exposición 50 horas	Exposición 100 horas
1	A:R			

2 A:FS



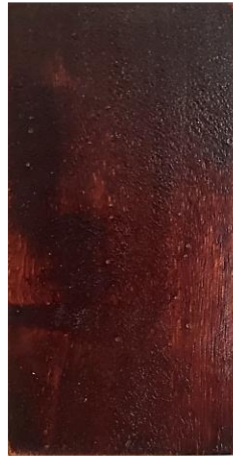
3 A:C



4 B:R



5 B:FS



6 B:C



7 C:R



8 C:FS



9 C:C



El análisis de las muestras de madera sometidas a exposiciones de 50 y 100 horas revela un patrón claro de alteración en la tonalidad y opacidad, dependiendo del tipo de recubrimiento y la madera utilizada. Las muestras con recubrimiento mate auto sellante, color caramelo, mostraron cambios significativos en la opacidad y pérdida de tonalidad. En las muestras de cedro, fernan sanches (roble) y caoba, después de 50 horas, se observaron las texturas naturales de la madera que estaban previamente cubiertas, y estos cambios se intensificaron tras 100 horas, con las texturas perceptibles al tacto y la aparición de halos blanquecinos en algunas zonas (Anexo 3).

Las muestras con laca mate catalizada, color bourneo, también experimentaron cambios similares. Las texturas naturales de la madera se volvieron visibles después de 50 horas y se acentuaron tras 100 horas de exposición. En las muestras de cedro, fernan sanches (roble) y caoba las texturas se hicieron perceptibles al tacto y se observaron halos blanquecinos en las zonas marcadas, especialmente en la muestra de caoba.

En contraste, las muestras con recubrimiento brillante auto sellante, color amarillo, presentaron menos variaciones perceptibles a nivel macro. Después de 50 horas, se notaron cambios en la opacidad y pérdida de tonalidad, pero las texturas de la madera no fueron perceptibles. Estas características se mantuvieron tras 100 horas de exposición, aunque con un

incremento en la pérdida de tonalidad y opacidad. Las muestras de cedro, fernan sanches (roble) y caoba mostraron estos patrones de manera consistente.

En lo que respecta a la tonalidad, todas las muestras experimentaron un incremento en la pérdida de tonalidad y opacidad con el tiempo de exposición. Las texturas naturales de la madera, inicialmente recubiertas, se hicieron más visibles y perceptibles al tacto, especialmente en los recubrimientos mate auto sellante y laca mate catalizada. Las variaciones fueron menos pronunciadas en las muestras con recubrimiento brillante auto sellante.

4.2 Análisis de cambios físicos

El análisis de las muestras de madera sometidas a exposiciones de 50 y 100 horas revela una serie de cambios físicos notables dependiendo del tipo de recubrimiento y la madera utilizada.

Para las muestras con recubrimiento mate auto sellante, color caramelo, se observaron cambios físicos significativos. En las muestras de cedro, fernan sanches (roble) y caoba después de 50 horas, las texturas naturales de la madera, como poros y ranuras, se hicieron visibles a nivel macro, indicando una pérdida de la efectividad del revestimiento. Tras 100 horas de exposición, estos cambios se intensificaron, con las texturas perceptibles al tacto y la aparición de halos blanquecinos en ciertas zonas. En particular, se observó un halo blanquecino en la zona intermedia de la muestra de cedro y en la zona inferior de la muestra de roble.

Las muestras con laca mate catalizada, color bourneo, mostraron patrones similares. Después de 50 horas, las texturas naturales de la madera se hicieron visibles, indicando cambios en la opacidad y pérdida de tonalidad. Estos cambios se acentuaron tras 100 horas de exposición, con las texturas de la madera perceptibles al tacto y la presencia de halos blanquecinos, especialmente en la muestra de caoba, donde se observó un halo blanquecino en la zona superior izquierda y en otras áreas marcadas.

Por otro lado, las muestras con recubrimiento brillante auto sellante, color amarillo, presentaron menos cambios físicos perceptibles a nivel macro. En las muestras de cedro, después de 50 horas, se notaron cambios en la opacidad y pérdida de tonalidad, pero las texturas de la madera no fueron perceptibles al tacto. Tras 100 horas de exposición, los cambios en la opacidad y la pérdida de tonalidad se incrementaron, aunque las texturas de la madera aún no eran completamente perceptibles al tacto, lo que indica una mayor resistencia del recubrimiento brillante auto sellante en comparación con los otros tipos de recubrimientos.

Todas las muestras mostraron cambios físicos significativos con el aumento del tiempo de exposición. Las texturas naturales de la madera, inicialmente cubiertas, se hicieron más visibles y perceptibles al tacto en los recubrimientos mate auto sellante y laca mate catalizada, sin embargo, los cambios fueron menos pronunciados en las muestras con recubrimiento brillante auto sellante, donde las texturas no se hicieron completamente perceptibles incluso después de 100 horas de exposición.

4.3 Resumen y análisis comparativo de cambios estéticos

Los principales cambios estéticos observados en cada muestra de madera bajo diferentes tipos de recubrimiento y tiempos de exposición se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16: *Resumen de cambios estéticos*

Muestra	Cambios Estéticos a 50 horas	Cambios Estéticos a 100 horas
A:R	Opacidad y tonalidad afectadas; texturas naturales visibles al tacto;	Incremento en opacidad y pérdida de tonalidad; texturas perceptibles al tacto; halo blanquecino en zona intermedia marcada*
A:FS	Opacidad y tonalidad afectadas; texturas naturales visibles al tacto;	Incremento en opacidad y pérdida de tonalidad; texturas perceptibles al tacto; halo blanquecino en zona inferior marcada*
A:C	Opacidad y tonalidad afectadas; texturas naturales visibles al tacto;	Incremento en opacidad y pérdida de tonalidad; texturas perceptibles al tacto;
B:R	Opacidad y tonalidad afectadas; texturas naturales visibles al tacto;	Incremento en opacidad y pérdida de tonalidad; texturas perceptibles al tacto;
B:FS	Opacidad y tonalidad afectadas; texturas naturales visibles al tacto;	Incremento en opacidad y pérdida de tonalidad; texturas perceptibles al tacto;
B:C	Opacidad y tonalidad afectadas; texturas naturales visibles al tacto;	Incremento en opacidad y pérdida de tonalidad; texturas perceptibles al tacto; halo blanquecino en zona superior izquierda y marcadas*
C:R	Opacidad y tonalidad afectadas; menos cambios en texturas perceptibles al tacto;	Incremento en opacidad y pérdida de tonalidad; texturas aún no perceptibles al tacto;
C:FS	Opacidad y tonalidad afectadas; texturas naturales menos perceptibles al tacto;	Incremento en opacidad y pérdida de tonalidad; texturas aún no perceptibles al tacto;
C:C	Opacidad y tonalidad afectadas; texturas naturales menos perceptibles al tacto;	Incremento en opacidad y pérdida de tonalidad; texturas aún no perceptibles al tacto;

Nota. Los halos blanquecinos se observaron en las zonas marcadas indicadas en los resultados.

De esta forma, se puede mencionar las siguientes observaciones de los cambios presentados en las probetas de madera:

- Los recubrimientos mate auto sellantes mostraron la mayor susceptibilidad a los cambios estéticos, con una significativa pérdida de tonalidad y aumento en la visibilidad de las texturas naturales.

- Las lacas mate catalizadas exhibieron una resistencia intermedia, con cambios estéticos menos pronunciados en comparación con los brillantes.
- Los recubrimientos brillantes auto sellantes presentaron la menor afectación estética, manteniendo una opacidad y tonalidad más estable y cambios mínimos en las texturas perceptibles al tacto.

4.4 Estrategias con mayor efectividad

Basado en los resultados obtenidos del estudio de exposición de probetas de diferentes tipos de madera y recubrimientos a condiciones ambientales simuladas, algunas estrategias mostraron una mayor efectividad en la preservación de la estética de la madera:

4.4.1 Recubrimientos brillante auto sellantes

Los recubrimientos brillante auto sellantes, caracterizados por su acabado amarillo, demostraron la menor susceptibilidad a los cambios estéticos. A las 100 horas de exposición, las muestras tratadas con este tipo de recubrimiento mantuvieron una opacidad y tonalidad más estables, con mínimos cambios en las texturas naturales perceptibles al tacto.

4.4.2 Lacas mate catalizadas

Las muestras recubiertas con lacas mate catalizadas, en tonos bourneo, mostraron una resistencia intermedia a los cambios estéticos. Aunque se observaron cambios en la opacidad y tonalidad, así como en la percepción táctil de las texturas naturales, estos fueron menos pronunciados en comparación con los recubrimientos brillantes auto sellantes.

4.4.3 Recubrimientos mate auto sellantes

Los recubrimientos mate auto sellantes, de acabado caramelo, fueron los más afectados por los cambios estéticos. Exhibieron una pérdida significativa de tonalidad, aumento en la opacidad y una marcada visibilidad de las texturas naturales de la madera a medida que aumentaba el tiempo de exposición.

Estos hallazgos sugieren que la elección del tipo de recubrimiento es crucial para mantener la estética de la madera en aplicaciones donde la exposición prolongada a condiciones ambientales adversas es inevitable. Para proyectos que requieran una alta durabilidad estética, se recomienda optar por recubrimientos brillante auto sellantes o lacas mate catalizadas, mientras que los recubrimientos mate auto sellantes podrían ser más adecuados en entornos interiores controlados o donde la estética no sea crítica.

Este enfoque estratégico no solo mejora la resistencia de la madera a los cambios estéticos, sino que también prolonga su vida útil y reduce la necesidad de mantenimiento frecuente, optimizando así los recursos y costos asociados con su conservación a largo plazo.

4.5 Manual de protección

La adecuada protección de las superficies de madera expuestas a condiciones ambientales es esencial para garantizar tanto su estética como su durabilidad a lo largo del tiempo. La degradación de la madera, causada principalmente por la exposición a los rayos solares y la humedad, afecta no solo su apariencia, sino también su integridad estructural.

Este manual de protección ofrece recomendaciones basadas en estudios de exposición de diferentes probetas de madera a una variedad de recubrimientos, evaluando sus efectos tanto en los cambios estéticos como físicos. A continuación, se presentan las mejores prácticas para la selección de recubrimientos, procedimientos de aplicación y mantenimiento preventivo, diseñadas para optimizar la conservación de la madera expuesta a ambientes exteriores e interiores.

4.5.1 Selección de recubrimientos

La elección del recubrimiento adecuado depende del tipo de madera, las condiciones ambientales a las que será expuesta y el nivel de protección deseado. A continuación, se detalla una tabla con las características y recomendaciones de los recubrimientos evaluados:

Tabla 17: Selección de recubrimientos

Recubrimiento	Características	Recomendaciones
Brillante auto sellante	Acabado amarillo, proporciona una buena protección sin comprometer la estética natural de la madera.	Ideal para aplicaciones donde se requiere una mínima alteración en la tonalidad y textura natural de la madera. Adecuado para ambientes interiores y exteriores moderadamente controlados.
Laca mate catalizada	Acabado bourneo, ofrece una protección intermedia con un ligero efecto en la tonalidad y textura de la madera.	Recomendado para aplicaciones donde se necesita una protección mejorada contra los elementos externos, manteniendo una estética aceptable.
Mate auto sellante	Acabado caramelo, proporciona una alta protección, pero puede alterar significativamente la tonalidad y textura natural de la madera.	Utilizar en ambientes interiores controlados o en aplicaciones donde la durabilidad sea prioritaria sobre la estética.

En base a la tabla, también se debe tomar en consideración las siguientes consideraciones adicionales:

- **Compatibilidad con la madera:** Es importante tener en cuenta que no todos los recubrimientos son adecuados para todos los tipos de madera. Algunas maderas pueden reaccionar mejor a ciertos productos debido a su estructura interna, por lo que es recomendable realizar pruebas antes de la aplicación general.
- **Condiciones ambientales:** En climas más húmedos o con mayor exposición solar, es necesario considerar recubrimientos con mayor resistencia a la radiación UV y a la humedad para prolongar la vida útil del recubrimiento.
- **Factores estéticos:** Si la preservación de la estética original es crucial, es preferible optar por recubrimientos que mantengan la textura y el color natural de la madera, sin causar grandes alteraciones.

4.5.2 Procedimientos de Aplicación

La correcta aplicación de un recubrimiento es esencial para garantizar su efectividad a largo plazo. A continuación, se presentan los pasos detallados para aplicar los recubrimientos mencionados:

1. Preparación de la superficie:

- Asegúrese de que la madera esté completamente seca y limpia. La presencia de polvo, suciedad o contaminantes puede afectar la adhesión del recubrimiento y comprometer su eficacia. Es recomendable utilizar lija de grano fino para eliminar imperfecciones y asegurar una superficie lisa.
- En el caso de maderas muy porosas, considere el uso de un sellador previo para mejorar la adherencia del recubrimiento final.

2. Aplicación del recubrimiento:

- Utilice brochas o rodillos de alta calidad que aseguren una distribución uniforme del recubrimiento.
- Siga siempre las instrucciones del fabricante en cuanto a la cantidad y el grosor de las capas recomendadas. Aplicar capas demasiado gruesas o delgadas puede alterar el tiempo de secado y la efectividad del recubrimiento.
- Aplique el recubrimiento en un ambiente controlado, evitando la exposición a viento fuerte, polvo o humedad durante el proceso de secado.

3. Cura del recubrimiento:

- Permita que el recubrimiento cure completamente antes de exponer la madera a condiciones ambientales. Los tiempos de curado varían según el tipo de recubrimiento y las condiciones climáticas, por lo que es fundamental seguir las indicaciones del fabricante para obtener los mejores resultados.

4.5.3 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento regular es clave para prolongar la vida útil del recubrimiento y, por ende, de la madera. A continuación, se enumeran algunas prácticas recomendadas para garantizar una protección duradera:

- **Inspecciones periódicas:** Realice inspecciones visuales de las superficies de madera al menos cada seis meses. Busque signos de desgaste, decoloración, desprendimiento del recubrimiento o presencia de hongos.
- **Limpieza adecuada:** Mantenga la madera libre de polvo, suciedad y otros contaminantes que puedan acelerar el desgaste del recubrimiento. Para superficies exteriores, utilice productos de limpieza suaves recomendados por el fabricante, evitando químicos agresivos que puedan dañar el recubrimiento.
- **Reparaciones puntuales:** Si se detectan pequeñas áreas de daño, es recomendable realizar reparaciones puntuales lo antes posible, aplicando nuevamente el recubrimiento en la zona afectada para evitar que el daño se extienda.
- **Re-aplicación del recubrimiento:** Dependiendo del tipo de recubrimiento y la exposición ambiental, puede ser necesario reaplicar una nueva capa protectora cada 2 a 5 años para mantener la protección óptima.

4.5.4 Consejos adicionales

- **Protección contra los rayos UV:** La radiación ultravioleta es una de las principales causas de la decoloración y el deterioro de la madera. Al seleccionar recubrimientos, busque aquellos que ofrezcan protección UV, especialmente si la madera será utilizada en exteriores.
- **Ventilación adecuada:** En aplicaciones interiores, asegúrese de que las superficies de madera tengan una buena ventilación para evitar la acumulación de humedad, que puede provocar moho o pudrición.
- **Control de la humedad:** Es recomendable monitorear los niveles de humedad en el ambiente donde la madera está instalada. En zonas húmedas, considere la aplicación de selladores impermeabilizantes adicionales.

La elección adecuada del recubrimiento y la correcta aplicación y mantenimiento de este son fundamentales para prolongar la vida útil y la estética de la madera. Este manual proporciona directrices claras para seleccionar el mejor recubrimiento en función del tipo de madera y las condiciones ambientales, y ofrece procedimientos detallados para maximizar la protección de las superficies de madera en diversas aplicaciones. Con un mantenimiento preventivo adecuado, es posible reducir los costos de reparación y asegurar que la madera mantenga su funcionalidad y apariencia durante muchos años.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El análisis de la bibliografía reveló que la degradación de la madera expuesta a rayos solares y humedad es un proceso complejo, influenciado por diversos factores. La exposición prolongada a la radiación solar y la humedad provoca alteraciones significativas en la tonalidad y textura de la madera, afectando tanto su estética como su integridad física con el tiempo. Comprender estos procesos es esencial para desarrollar estrategias efectivas de protección que minimicen el deterioro en aplicaciones constructivas y decorativas.
- Los métodos de protección de la madera, como recubrimientos mate auto sellantes, lacas mate catalizadas y recubrimientos brillantes auto sellantes, fueron evaluados experimentalmente para medir su efectividad en la reducción del deterioro físico y estético. Los resultados demostraron que los recubrimientos brillante auto sellantes generaron menor alteración en la tonalidad y textura natural de la madera, seguidos por las lacas mate catalizadas. En contraste, los recubrimientos mate auto sellantes, aunque brindaron alta protección física, contribuyeron a una significativa pérdida de la tonalidad original de la madera con el tiempo. Estos resultados subrayan la importancia de seleccionar el recubrimiento adecuado para prolongar la estética de la madera en aplicaciones constructivas.
- A partir de los resultados experimentales, se ha elaborado una guía constructiva para la selección de recubrimientos de madera que equilibre la protección física con la conservación estética. Se recomienda preferentemente el uso de recubrimientos brillante auto sellantes en aplicaciones donde la prioridad sea mantener la tonalidad original de la madera y minimizar los cambios visibles en su textura. Para proyectos que exigen una mayor resistencia física, las lacas mate catalizadas son una opción adecuada. Por otro lado, los recubrimientos mate auto sellantes se sugieren únicamente para entornos interiores controlados o donde la estética no sea una prioridad.

5.2 Recomendaciones

- Para mejorar la comprensión y el manejo de la degradación de la madera por exposición solar y humedad, se recomienda realizar actualizaciones periódicas de la revisión de la literatura científica. Esto permitirá mantenerse informado sobre los avances en tecnologías de protección y comprender mejor los mecanismos de deterioro, optimizando así las estrategias de conservación y mantenimiento.
- Dado que los recubrimientos brillante auto sellantes demostraron ser los más efectivos en la preservación de la tonalidad y textura natural de la madera, se recomienda su uso

prioritario en proyectos donde la estética sea fundamental. Esta elección asegurará una protección duradera sin comprometer la apariencia original del material.

- Para garantizar la implementación adecuada de la guía constructiva desarrollada en este estudio, se sugiere capacitar al personal encargado de la selección y aplicación de recubrimientos. Esto asegurará que las decisiones se basen en un conocimiento informado y ajustado a las condiciones específicas de cada proyecto, optimizando tanto la durabilidad como la estética de las estructuras de madera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. (2021). *Determinación de las propiedades físicas y químicas de la madera de cinco especies forestales procedentes de la parroquia Multitud, cantón Alausí, provincia de Chimborazo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Ingeniería Forestal, Riobamba, Ecuador.
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15891>
- Aprea, A., & Murace, M. (2019). *Problemáticas sanitarias del arbolado. Enfermedades presentes en La Plata. Especial referencia a las de origen fúngico*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/https://doi.org/10.35537/10915/82977>
- Arias, K. (2021). *Determinación de propiedades físicas y químicas de la madera de cinco especies forestales procedentes de la finca Tres Palmas, parroquia Río Verde, cantón Santo Domingo*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Ingeniería Forestal, Riobamba, Ecuador.
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15917>
- Banguera, J. (2022). *Especies maderables comercializadas en mercados de Guayaquil para la fabricación de muebles*. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. Ingeniería Agronómica, Guayaquil, Ecuador.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/59599>
- Burbano, J. (2023). *Determinación de estacionalidad en función de los datos meteorológicos en la ciudad de Cuenca*. Universidad del Azuay, Facultad de Ciencias de la Administración. Escuela de Ingeniería en Sistemas y Telemática, Cuenca, Ecuador.
<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12887>
- Carlosama, R. (2020). *Determinación de las propiedades tecnológicas de tres especies forestales en la zona de INTAG, Noroccidente del Ecuador*. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ingeniería Forestal, Cotacachi, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10338>
- Cimadevilla, C., Pineda, L., Gonzalez, M., & Gómez, H. (2022). *Proceso Industrial de la Madera*. Universidad Santo Tomás de Aquino, Centro de Investigación San Alberto Magno. NAKOTA: Sociedad, Emprendimiento, Innovación e Industria, Villavicencio, Colombia.
<http://hdl.handle.net/11634/49679>
- Cubillos, A., Pinilla, C., Vanegas, K., Alfonso, M., & Hernández, M. (2019). Propiedades mecánicas de la madera de chuguaca (*Hyeronima macrocarpa* Schltr.) para la identificación de su uso potencial. *Boletín Semillas Ambientales*, 13(2), 36–48.
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/15871>

- Díaz, A., Huanay, J., Medina, R., Aylas, A., & Paucar, J. (2019). Anatomía y propiedades físicas de la madera de dos especies del departamento de Puno. *ArnaldoA*, 26(2), 595-606. <https://doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26205>
- Egües, A. (2021). *Caracterización anatómica de la madera y dendrocronología de Juglans neotropica Diels de áreas ribereñas de la Provincia de Chachapoyas, Amazonas*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. Ingeniería Forestal, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4771>
- Guerra, D., & Sacoto, D. (2021). Importancia de las características Anatómicas y Organolépticas de madera, para la conservación y protección de Cedrela odorata (Cedro) y Swietenia macrophylla (Caoba). In R. Abreu, R. Alemán, & C. Bravo, *Libro de Memorias. I Congreso Gestión Ambiental y Conservación de la Biodiversidad* (pp. 242-249). Universidad Estatal Amazónica. Decanato de Investigación.
- Gysling, J., Kahler, C., Soto, D., Mejías, W., Poblete, P., Álvarez, V., . . . Pardo, E. (2021). *Madera y Construcción Hacia una Simbiosis Estratégica*. Instituto Forestal. <https://doi.org/https://doi.org/10.52904/20.500.12220/31291>
- Jacob, R., Venegas, M., & Donoso, S. (2019). Hacia una caracterización experiencial de la madera como material para el diseño de productos. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 14(25), 62-71. <https://doi.org/https://doi.org/10.36677/legado.v14i25.12033>
- Machuca, R. (2022). *Potencial de generación fotovoltaica en trayectorias de transporte urbano (Caso de estudio en la ciudad de Cuenca)*. Universidad Católica de Cuenca, Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción. Carrera de Ingeniería Eléctrica, Cuenca, Ecuador. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/10771>
- Melero, D. (2020). *Lesiones habituales de las estructuras de madera tradicionales y criterios de intervención*. Universidad de Valladolid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Valladolid, España. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/45032>
- Minga, D., & Verdugo, A. (2016). *Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca*. Editorial Don Bosco. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8784>
- Peña, M. (2019). *Incidencia del secado artificial en las propiedades físicas y mecánicas de la madera de la especie forestal Triplaris cumingiana Fisch*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Carrera de Ingeniería Forestal, Jipijapa, Ecuador. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1926>
- Portoviejo, W. (2022). *Generación de base de datos sobre patologías en estructuras de madera*. Universidad Católica de Cuenca, Unidad Académica de Ingeniería, Industria y

Construcción. Ingeniería Civil, Cuenca, Ecuador.
<https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/11598>

Reyes, J., & Zaruma, L. (2017). *Identificación y solución de las principales patologías presentes en estructuras de madera de edificaciones patrimoniales, localizadas en el Centro histórico de Cuenca - Ecuador*. Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura y Urbanismo , Cuenca, Ecuador. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28646>

Romero, N. (2021). *Herramientas, equipos y máquinas empleados en los procesos productivos en madera*. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Facultad de Tecnología. Escuela Profesional de Tecnología del Vestido, Textiles y Artes Industriales, Lima, Perú. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/6281>

Rosales, E. (2020). Ecuaciones de niveles de humedad relacionada a la densidad básica de la madera de especies forestales tropicales en Madre de Dios, Perú. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 17(40), 33-42. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18845/v17i40.4905>

Ruiz, J., Lozano, D., & González, J. (2019). Propiedades físicas y mecánicas de la madera plástica para uso en estructura de atención y prevención de desastres de la “ESMIC”. *INGENIARE*, 15(27), 31-39. <https://doi.org/https://doi.org/10.18041/19092458/ingeniare.27.6616>

Sierra, R. (2020). *Identificación de especies maderables comerciales mediante características organolépticas, Irazola – Ucayali*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Ingeniería Forestal y Ambiental, Huancayo, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6595>

Suárez, E. (2021). ¿Por qué se produce el colapso en la madera? y cómo se podría evitar. *Facultad de ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas.*, 1-10.
https://www.researchgate.net/publication/353274292_Por_que_se_produce_el_colapso_en_la_madera_y_como_se_podria_evitar

Taraborelli, C., Refort, M. M., Spavento, E., Maly, L., Acuña, L., Camera, R., & Keil, G. (2020). Evaluación de tratamientos superficiales en madera expuesta a condiciones de intemperismo. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 119(1), 1-9.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24215/16699513e039>

ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica de Laca Catalizada para exterior “Altos Sólidos”

Línea Madera
2021-2022

Altos Sólidos

Resistente al Exterior.

Laca catalizada para exterior - Alto Brillo





Descripción.

El nuevo ALTOS SOLIDOS RESISTENTE AL EXTERIOR ALTO BRILLO ofrece una tecnología de dos componentes basada en resinas acrílicas de alto desempeño catalizadas en medio ácido, seleccionadas para proporcionar a la industria de la madera acabados de óptimo brillo, resistencia química, dureza, rápido secado, tersura superficial y alto rendimiento, ofreciendo muy alta resistencia al exterior.



8519

Aplicación.

- Homogenice muy bien el producto.
- No requiere tiempo de inducción.
- Mezcle la laca Alto Brillo 8519 con el Catalizador DC-057 en la dosificación recomendada (20:1).
- Prepare sólo la cantidad a consumir en la jornada de trabajo.
- No necesita diluyentes.
- La aplicación debe realizarse a temperaturas entre 10 °C y 40 °C y una humedad relativa hasta 85 % para evitar la disminución del brillo por la posible humedad retenida en la película aplicada.
- Aplique directamente sobre la superficie previamente sellada en madera al natural o entintada.
- Se puede aplicar húmedo sobre húmedo, evitando colocar capas gruesas. El número de manos no debe exceder las 2 manos cruzadas para evitar retrasos en el proceso de secado.
- En caso de aplicar manos adicionales, lije la superficie con papel lija # 400 para minimizar defectos provocados por el abrasivo de la lija y así eliminar las rayas como efecto visual.

Información Técnica.

Composición química:	Resinas acrílicas resistentes al exterior y urea formaldehído, aditivos y solventes.
Contenido de sólidos:	40 %
Peso específico:	3.56 - 3.59 Kg / Gal
Viscosidad a 25°C 4FC (Seg):	14 - 16 seg.
Tiempo de secado a 25°C:	5 minutos, libre de polvo 20 minutos, secado al tacto 60 minutos, para lijar 8 horas para apilar
Vida útil de la mezcla a 25°C:	8 horas.
Porcentaje de formol libre:	menor a 0.5 % Cumpliendo norma INEN
Número de capas:	Depende del tipo de acabado y la porosidad de la madera.
Intervalo entre capas:	1 - 2 horas como máximo.
Método de aplicación:	Brocha - pistola convencional o de gravedad.
Presentación:	Componente A (Canecas, galones y litros) Componente B (200 y 50 cc)

Beneficios.

- Tiempos de procesos cortos.
- No requiere tiempo de inducción.
- Aplicación directa (No requiere dilución).
- Ideal para trabajos de alto desempeño en interior y exteriores.
- Bajo olor.
- No Amarillable.
- Se puede “colorear” usando tintes para madera.
- Muy buena relación costo beneficio.
- Muy buena resistencia al cambio de temperatura y al agua.
- Resistencia al exterior y a los rayos U.V.
- Elaborado bajo Norma INEN 2284.



Línea Madera

2021-2022

Barniz Alpino

Para exteriores con filtros absorbentes U.V.
Brillante y Semi mate.

Descripción.

Es un barniz de altos sólidos transparente, fabricado con resina alquídica resistente a la intemperie, hidrofóbica y absorbentes de rayos ultra violeta. Ideal para todo tipo de madera expuesta al exterior, carpintería de armar, vallas, casas de madera y muebles, logrando embellecer y proteger por largos periodos de tiempo las superficies aplicadas con el producto.



Ventajas.

- Barniz con filtro solar.
- Excelente dureza.
- Excelente brillo y/o matidad.
- Excelente resistencia a la intemperie.
- Buena adherencia.



690 - 690M

Aplicación.

- Aplicar sobre madera directamente.
- Si se aplica a brocha, se recomienda, en la primera mano diluir el producto para facilitar la penetración y mejorar la adherencia, en el caso de aplicación directa a la madera.
- Aplicar dejando como mínimo 12 horas entre mano y mano.
- 12 horas si desea lijar entre mano. Use papel lija 240 a 360.
- Aplicar como máximo 2 manos de acabado.
- Antes de su empleo debe agitarse perfectamente el producto.

Preparación de superficie.

- Debe de estar seca, libre de grasa, polvo u otros contaminantes.
- Use papel lija 180 para acondicionar la superficie.
- Usar Antipolilla KL-3.
- En superficies deterioradas, se debe eliminar cualquier rastro de barniz, usar removedor.

Especificaciones técnicas.

Contenido de sólidos:	49 - 55 %
Peso por galón Kg/gal:	3.4 - 3.45 / 3.55 - 3.57
Viscosidad a 25°C :	75 - 80 KU
Tiempos de secado a 25°C:	4 - 6 horas al tacto 12 horas para lijar en seco 24 horas para manejo
Método de aplicación:	pistola o brocha
Intervalo entre capas:	12 horas
Diluyente para aplicación:	Thinner de laca si fuera necesario
Rendimiento:	12 a 14m ² / litro a 1 mils de espesor seco (25,4 micras)
Presentación:	Galones y Litros

Precauciones.

- Evite todo contacto con la piel o los ojos y la inhalación de vapores usando equipos apropiados de seguridad.
- Aplique con ventilación adecuada y use el equipo de protección como mascarilla con filtros, guantes y gafas.
- Almacenar en lugares frescos y ventilados.
- Colocar sobre pallets o en perchas.

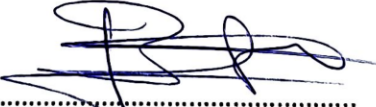
Precauciones en el uso.

- No aplicar si tiene un aspecto lechoso.
- Mantener bien cerrado el envase, para evitar que la humedad y el oxígeno del ambiente provoquen el deterioro del producto.

AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Juan Bernardo Bustamante Amoroso portador de la cédula de ciudadanía N.º 0105107015. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "El impacto de radiación solar y la humedad en la madera. Manual de protección en las condiciones climáticas de Cuenca – Ecuador" de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 15 de octubre de 2024


F:
Juan Bernardo Bustamante Amoroso
0105107015