



TITULO

EFFECTO RETARDANTE AL FUEGO DEL BARNIZ (BARNIZ RETARDADOR) CON TRES GRAMAJES Y EN TRES MADERAS DE DIFERENTES DENSIDADES, PUCALLPA - PERÚ

RESUMEN

El aumento y cambio de la temperatura producido por los efectos del cambio climático se convierten en un peligro latente en las ciudades del mundo; en el Perú las construcciones de viviendas con materiales de madera debido al bajo costo, están propensos al inicio de incendios y a pérdida de vidas humanas, En la región Ucayali, el poco uso de retardantes ignífugo (barniz), debido al desconocimiento y costo es un factor negativo al momento de construir viviendas, conseguir que la ignición del fuego en la madera se retarde con la aplicación del barniz (Barniz retardador), obteniendo un mejor preservado y mayor resistencia al fuego puede ser un aliado importante para salvar vidas. ¿Cuál es el efecto retardante del barniz al fuego, mediante la aplicación de diferentes capas en madera de diferentes densidades?, ¿ha mayor gramaje de barniz y mayor densidad en la madera, se tendrá un mayor efecto retardante de ignición?; se aplicara la metodología experimental con la aplicación de varias repeticiones de barniz en probetas de madera de diferentes densidades y la investigación descriptiva en la cual se apreciara los distintos cambios que se producen en la madera al ser expuesto al fuego; se pretende determinar el tiempo de retardo de ignición del fuego en maderas de diferentes densidades.

Palabras claves

Barniz retardante, Combustión, Densidad, Gramaje, Ignición.

Abstract

The increase and change in temperature produced by the effects of climate change become a latent danger in the cities of the world; in Peru, housing constructions with wood materials due to low cost, are prone to the start of fires and loss of human lives, In the Ucayali region, the little use of fire retardants (varnish), due to ignorance and cost is a negative factor when building houses, getting the ignition of the fire in the wood to be delayed with the application of the varnish (retardant varnish) obtaining a better preservation and greater resistance to fire can be an important ally to save lives. What is the retardant effect of fire varnish, through the application of different layers on wood of different densities? If there is a higher grammage of varnish and greater density in the wood, will it have a greater effect on retarding ignition? the experimental



methodology will be applied with the application of several repetitions of varnish in wooden specimens of different densities and the descriptive investigation in which the different changes that occur in the wood when exposed to fire will be appreciated; It is intended to determine the fire ignition delay time in wood of different densities.

Keywords

Retardant varnish, Combustion, Density, Grammage, Ignition.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En los últimos años el planeta viene generando un drástico incremento de la temperatura, ocasionando cambios bruscos en diferentes sectores como social, económico y ambiental. Los efectos de este cambio climático se están notando en varios lugares del mundo y está cobrando más notoriedad en la parte de la amazonia. La ciudad de Pucallpa no es la excepción ante este acontecimiento mundial; notándose incremento de temperatura, ráfagas de vientos, cambios en las estaciones, lluvias e incendios forestales.

un peligro latente en la ciudad son los incendios, por la gran mayoría de viviendas que están construidas de material rústico como la madera, esto sucede por el desconociendo de materiales complementarios que pueden ser aplicados en la madera para una mayor resistencia al fuego y el preservado.

(Fleischer, 1960), menciona que bajo ciertas condiciones la madera presenta una buena resistencia al fuego gracias a la formación de una capa carbonizada; ya que expuesta a altas temperaturas se descompone para proporcionar una capa aislante de carbón que retarda aún más la degradación de la madera. La capacidad de resistencia al fuego de una estructura de madera depende de su escuadría, así, la cantidad de carbonización de la sección transversal es el principal factor en la resistencia al fuego de miembros estructurales de madera. En cambio, en otras aplicaciones, su comportamiento frente al fuego es limitado puesto que cuando forma parte de muebles, revestimientos de muros y cielos u otros usos que emplean piezas más delgadas, arde con facilidad.

Con la finalidad de determinar el efecto que produce el barniz ignífugo en la madera, se pretende realizar un trabajo de investigación utilizando barniz retardador en maderas de alta, media y baja densidad, a fin de reducir o retardar el proceso de combustión en la madera (incendios), causadas generalmente por las altas temperaturas que se registran en nuestra ciudad.



II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación se enfocará en el estudio y comportamiento del barniz ignífugo como agente retardante en la ignición del fuego, aplicado en materiales de construcción como la madera; evaluando el Comportamiento de la madera frente al fuego, a través de parámetros como tiempo de ignición, pérdida de peso, índice de carbonización, propagación de llama, tasa de calor liberado y generación de humos, entre otros. La resistencia al fuego se mide en minutos y es la capacidad que exhibe un elemento de construcción para conservar durante un periodo determinado de tiempo sus cualidades estructurales dentro de ciertos límites de temperatura. En base a este último concepto están definidas las exigencias de resistencia al fuego, condiciones de seguridad contra incendios, normativas de resistencia al fuego de los materiales para la construcción, por La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Las clases de resistencia al fuego van desde F15 a F180, indicando esta codificación la cantidad de minutos que las estructuras deben resistir, (MNVU, 2004).

Con el presente trabajo se pretende determinar el efecto retardante del barniz y en cuál de las densidades presenta mayor efecto con relación al uso de la madera en la construcción de casas y edificaciones

III. HIPOTESIS

General.

La aplicación de diferentes capas de barniz (Interpaints- Retardador de fuego) hace posible retardar la combustión en madera de diferentes densidades

Específicos.

*La densidad de la madera influirá en el efecto retardante del barniz a la ignición del fuego.

*La aplicación de diferentes capas de barniz (1.5 g. por capa) influirán en el efecto retardante al fuego en maderas de alta, mediana y baja densidad

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Demostrar el efecto retardante del barniz al fuego (Barniz retardador), con la aplicación de tres gramajes (1.5 gr. por capa) en maderas de



diferentes densidades.

4.2. Objetivos Específicos

*Determinar en cuál de las densidades: alta (0.61 – 0.75), media (0.41-0.60) y baja (0.30-0.40) el barniz produce un mayor efecto retardante a la ignición.

*Determinar en cuál de los tres gramajes (1.5 g. por capa) se obtendrá un mayor tiempo retardante de ignición.

V. ANTECEDENTES

(Klinger et al, 1998) concluyeron que el efecto de los sistemas de aplicación de ignífugos sobre el comportamiento combustible de las maderas se encuentra en función del contenido de humedad en la zona de saturación de las fibras de las maderas; cuando este contenido es alto, las maderas tienen mejor comportamiento ante el fuego, siendo mejor, en orden descendente, el método de presión, inmersión y aspersión. Para maderas como almendro y abarco, cuyos contenidos de humedad en la zona de saturación de las fibras no son altos, no hubo diferencias significativas entre las maderas ignifugadas y las no ignifugadas, por el contrario, los tratamientos perjudicaron el comportamiento ante el fuego de las maderas; en casi todos los casos hubo un incremento del valor de las variables por efectos de los tratamientos.

(Klinger et al., 2000) estudiaron la incidencia del tratamiento con tres formulaciones de ignífugos en la combustibilidad de las cinco maderas anteriormente mencionadas; el método empleado fue el de inmersión, y midieron las variables de velocidad de carbonización, tiempo de extinción de la llama y pérdida porcentual de peso. Las formulaciones empleadas fueron: sulfato de amonio, bórax y cloruro de zinc; sulfato de amonio, bórax y ácido bórico; sulfato de amonio, borax y dicromato de sodio, en proporción de 70%, 20% y 10%

(Giudice & Pereyra, 2004) Se encontró que el comportamiento combustible de las maderas es distinto y está relacionado con, el contenido de humedad en la zona de saturación de las fibras. Se determinó que el abarco se comporta mejor ante el fuego, para dos de las variables evaluadas, tiempo de extinción de la llama y pérdida porcentual de peso, seguido del almendro, zapato, chingalé y otobo, que es la que peor se comporta ante el fuego.

(Arquicity, 2006), cuando la madera ha sido sometida a fuentes directas de fuego, puede llegar a perder aproximadamente entre 0.5 y 1 mm de material por minuto de exposición, dependiendo del tipo de madera, lo que es



ocasionado por el fenómeno de carbonización. Cuando la madera es pre-tratada con alguna sustancia retardante de fuego, puede resistir un período de tiempo mayor, lo cual no significa que la madera no sufrirá carbonización.

Cuando los retardantes son aplicados sobre los sustratos, éstos son absorbidos y eliminan el espacio para el oxígeno con objeto de detener el fuego y su propagación. Cuando la fuente del fuego continúa en contacto con el material impregnado por el retardante, el objeto se consume de forma mucho más lenta a lo habitual, lo que permite extinguir el incendio (QuimiNet, 2006).

La mayoría de las formulaciones para mejorar el comportamiento de la madera frente al fuego incluyen productos químicos basados en el fósforo, nitrógeno, boro, silicio y en otras combinaciones que producen sinergias con los anteriores. (Decorespacio, 2008).

Los ensayos de resistencia al fuego utilizan métodos de combustión a escala real y determinan el tiempo de duración de una estructura específica, tal como un tabique corta fuego, construido de diferentes materiales, espesores y composiciones, pudiendo o no ser considerado el empleo de productos retardantes de llama, como pinturas, ya que éstas sólo representan una parte más de la composición total de la estructura. (Garay, 2008).

Un ejemplo de estructuras resistentes al fuego es sugerido por (Lp Chile, 2008) en cuya composición considera un tabique interno de pino radiata en escuadría de 2x3" cuya cara exterior posee un tablero de fibrocemento de 15 mm de espesor, mientras que la cara interna tiene un tablero OSB de 15 mm de espesor. Esta estructura al ser ensayada para medir su resistencia al fuego a escala real resiste un tiempo de 30 minutos antes de colapsar, lo que según la norma NCh 935 implica un índice F30.

En el estudio de (Chuen-Shii et al. 2009), se investigó un nuevo retardador de llama para formular un revestimiento ignífugo intumescente (FICR). Se emplearon distintas proporciones de polvo de grafito artificial (POP), sericita ($\text{Al}_4(\text{OH})_4(\text{KAl} - \text{Si}_3\text{O}_{10})_2$) y mezcla de grafito/sericita. FICR consistió en 19,8% de retardador de llama, 15% de agente de deshidratación, 18% de agente espumante, 7,2% de resina base y 40% de disolvente, el que fue preparado y aplicado en la parte superior de un contrachapado. Se estableció qué con porcentaje de sericita superior al 75% se consigue pasar la exigencia de retardo exigida y que en ese caso no es necesario incorporar polvo de grafito artificial: Lo más importante fue haber encontrado una alternativa de retardador de llama a base de compuestos naturales (sericita), que puede ser obtenido a través de un proceso simple y convencional de la minería y no requiere agente de carbono.

(Garay, R. & Henriquez, M. 2010, como se citó en Jun-wei et al. 2007) analizaron la formulación de un recubrimiento piroretardante preparado con resina de poliéster insaturado y resina epoxica. Los resultados mostraron que



había excelentes propiedades físico-químicas de la capa. Cundo el espesor del recubrimiento en la madera fue de 2.0 mm. El límite de resistencia al fuego llego a 210 min.

VI. MARCO TEÓRICO

La combustión es la reacción de una sustancia y el oxígeno, con desprendimiento de calor, fenómeno que generalmente va acompañado de una emisión de llama, incandescencia o emisión de humo. Para que el fuego se extienda y pueda avanzar debe existir combustible, una reflexión del calor tan intensa como para generar gases inflamables en el área de combustión, una fuente de calor que sea capaz de encender los gases inflamables y oxígeno, (JUNAC, 1982).

Evolución De La Combustión En La Madera

En el desarrollo de la combustión se distinguen las siguientes zonas:

Zona A (hasta 200 °C). Cuando la madera se calienta, empieza a producir desecación, el agua de impregnación rompe su unión higroscópica a temperatura de 98° a 103° C. En esta etapa, la madera se deshidrata, produciendo vapor de agua y posiblemente trazas de dióxido de carbono, ácido fórmico y ácido acético. Los gases producidos, resultado de un pirólisis muy lento, no son combustibles.

Zona B (200 °C a 280 °C) En esta zona los gases producidos no son combustibles, sin embargo, se alcanza una condición exotérmica a temperaturas inferiores a la que alcanzaría la pirólisis en ausencia de aire. La temperatura a la cual reaccionan globalmente la pirólisis y la oxidación tornándose perceptiblemente exotérmicas ha sido adoptada como una de las definiciones del punto de ignición de la madera y fluctúa, según la definición de varios autores entre 150 °C y 240 °C (Silva, 1970).

Zona C (280 °C a 500 °C) por la presencia de una fuente externa de calor las zonas A y B se trasladan más al interior y son sucedidas por la zona C. En esta zona la combustión se produce completamente por la ignición de los gases combustibles formados, que a salir de tal forma arrastrando gotas de alquitrán altamente inflamables. El residuo de esta zona es el carbón.

Zona D (por encima de 500° C) en esta zona los gases se agotan y se extingue la llama. A altas temperaturas, donde la pirólisis de gases ha sido suficientemente gastada, el oxígeno puede reaccionar con el remanente de carbón de la superficie; este carbón puede quemar por incandescencia, (Fleischer, 1960).



Factores Que Afectan La Combustibilidad De La Madera.

***Contenido de humedad:**

El efecto del contenido de humedad sobre la combustibilidad de las maderas es inversamente proporcional, ya que buena parte del calor aplicado es requerido para la liberación del agua que se adhiere a las paredes celulares por fuerzas físicas y químicas. Contenidos de humedad altos dificultan el proceso de combustión, porque el vapor resultante baja la temperatura del área en combustión, reduce la cantidad de oxígeno y retarda el momento de ignición, (Klinger, Álvarez, & Cardoso, 1998).

***Forma física:**

Muestras pequeñas de madera con bordes pronunciados, como astillas, encienden más rápidamente que piezas grandes con bordes redondeados, porque la conducción del calor al interior de la madera mantiene la superficie por debajo del punto de ignición por más tiempo. Las secciones grandes se deterioran gradualmente formando una capa de carbón que dificulta la transmisión de calor y obstaculiza la liberación de gases inflamables del material aún no afectado (Delgado, 1975) y (JUNAC, 1982).

***Densidad:**

Se ha comprobado que existe una estrecha relación entre el peso específico de las maderas y la temperatura de ignición. En general las especies de baja densidad experimentan la ignición a temperaturas más bajas que las de alta densidad. Levan, 1985 citado por (Klinger, Zambrano, & Benavides, Incidencia del contenido de humedad en la zona de saturación de las fibras en el comportamiento combustible de cinco maderas colombianas, 1999). El peso específico bajo facilita la ignición debido a la menor cantidad de masa expuesta. Entre dos piezas de madera con iguales dimensiones, se consumirá en más tiempo la de mayor peso específico (JUNAC, 1982).

Aplicación De Ignífugos

Los ignífugos son sustancias que reducen el grado de combustibilidad de la madera y la velocidad de propagación de la llama. Tienen la propiedad de desprender gases incombustibles al descomponerse por el calor y mezclarse con los procedentes de la pirólisis de la madera (JUNAC, 1982). El principal efecto de la impregnación con un ignífugo es retardar el normal incremento de la temperatura bajo condiciones de fuego, disminuir la tasa de dispersión de la llama, o la de penetración o destrucción de la madera en contacto con el fuego y hacer el fuego más fácilmente extinguido.

Entre las propiedades típicas del barniz D/D antifuego (INTERPAINTS SAC.,



2022) menciona que “el rendimiento práctico del barniz D/D 24.0 m²/gln. a 1.5 mils secos considerando 40% de pérdidas, El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y el estado de la superficie”

Muchos químicos tienen efectos de retardantes del fuego, pero limitaciones de costo o características objetables para usos específicos los hacen poco prácticos comercialmente. Entre estas características de uso están la poca permanencia en el tiempo de sus características de resistencia al fuego, efectos sobre la resistencia física de la madera, tendencia a corroer los metales, efectos negativos sobre pegantes y pinturas, higroscopicidad y toxicidad para seres vivos. Las sales usadas en las fórmulas retardadoras de fuego son en general las mismas que se conocen hace más de 50 años y son fosfato monoamónico y diamónico, sulfato de amonio, cloruro de zinc, tetraborato de sodio y ácido bórico.

Recubrimientos Retardantes De Fuego

Los recubrimientos son útiles para controlar o reducir la rapidez de la dispersión de la llama en una edificación. Estos incorporan materiales fundibles de bajo derretimiento los cuales barnizan la superficie, de esa manera previene que el oxígeno reaccione con los materiales subyacentes. El tipo más común de pintura retardadora de fuego incorpora materiales que se descomponen ante el calor liberando gases, los cuales soplan o abultan la película de pintura para formar una capa aislante celular intumesciente (JUNAC, 1982).

(Blatem, 2018), un barniz para madera concretamente es una disolución de aceites o resinas que se emplea principalmente para preservar aquellas superficies sobre las que se aplica. Fundamentalmente, se puede distinguir entre dos tipos de barnices:

***Barnices de origen natural:** están formulados con aceites esenciales o resinas que se extraen de las plantas y árboles.

***Barnices sintéticos:** se obtienen de la mezcla de elementos de origen químico.

Estos productos cuidan y protegen cualquier superficie de madera, además de aportarles mayor resistencia física sobre todo frente a los agentes atmosféricos. Los principales usos de un barniz para madera son los siguientes:

- Renovar y restaurar muebles afectados por el paso del tiempo.
- Embellecer y abrillantar las superficies de los muebles viejos o antiguos.
- Función protectora frente a fenómenos meteorológicos, así como frente al ataque de plagas, insectos u hongos causante de graves deterioros en la madera.



Descripción Del Barniz Retardador Del Fuego

Según Ficha Técnica (Interpaints, 2018).

Nombre del producto: BARNIZ RETARDADOR DE FUEGO

Uso/ descripción del producto: Recubrimiento Retardante del Fuego.

Nombre de la empresa: INTERPAINTS S.A.C

COMPOSICION			
Denominación Química:		Pintura a base de Resina Alquílica-Modificada	
Composición	% Peso	Nombre	No. CAS.
Vehículo	44.29	Resina Alquílica	No Determinado
		Parafina Clorada	63449-39-8
		Caucho Clorado	9006-03-5
Pigmentos	1.09	Bentone SD2	14808-60-7
Xileno	28.1	Xileno	1330-20-7
Tolueno	13.91	Tolueno	108-88-3
Solventes	12.61	Solventes No.3	8052-41-3

Tipos De Barnices Para Madera

Seguin (Blatem, 2018), existen diferentes tipos de barnices para madera en función de su uso:

*Barnices para madera interior

El mobiliario de madera que se encuentra en el interior de una vivienda suele mantenerse en mejores condiciones que el que se encuentra en el exterior, sin embargo, también requiere una serie de cuidados con el paso del tiempo. Para ello existen los barnices para madera interior, cuya función es proteger, restaurar y embellecer la madera.

*Barniz para madera exterior

Los barnices para madera exterior presentan unas particularidades concretas que les diferencian de otro tipo de barnices. Sobre todo, destacan por sus propiedades protectoras frente a agentes atmosféricos como la lluvia, la humedad y los rayos UV. Cabe señalar que, en muchas ocasiones, los barnices de interior y exterior comparten características y pueden servir para ambos ambientes.

*Barniz para tratamiento del suelo

Los suelos de madera también requieren un tratamiento especializado y,



para ello, existen tratamientos especializados. Los barnices para suelos de madera generalmente destacan por su alta resistencia y dureza, la facilidad de aplicación y la rapidez de secado. Se trata de productos que mejoran notablemente el aspecto del suelo y permiten mantenerlo en buenas condiciones durante mucho más tiempo.

Especies Maderables Según Su Densidad.

1. Shihuahuaco (densidad 0.87 g/cm³ alta a muy alta)

Nombre Científico: *Dipteryx micrantha*

Nombre común: Charapilla, kumarut.

Árbol de hasta 45m. de altura y 1.5 m. de diámetro, de aletas grandes de hasta 4 metros de altura, de copa amplia, corteza externa de color ferrugíneo a parduzco, ritidoma de consistencia leñosa con desprendimiento en placas irregulares, corteza interna color amarillo cremoso, olor y sabor característico, textura fibro arenoso, secreción de savia de color rojizo. Esta especie posee una madera muy pesada, usada en construcción de puentes, durmientes, parquet y carbón, se distribuye por Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú.

2. Huayruro (densidad 0.60 gr./cm³ alta)

(Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil e Lista da Flora do Brasil, 2020), indica:

Nombre Científico: *Swartzia recurva* Poepp.

Sinónimo: *Swartzia bracteata* Ducke, *Swartzia arenicola* Ducke, *Swartzia aptera* var. *recurva* (Poepp. & Endl.) Ducke.

Las capas externas (albura) de color marrón muy pálido y las capas internas (duramen) de color amarillo rojizo, de brillo moderado a brillante, de grano entrecruzado y textura gruesa, presenta veteado en arcos superpuestos, líneas verticales, satinado en bandas longitudinales anchas, el olor ausente a ligeramente aromático.

Propiedades físicas

Densidad Básica : 0.60 gr/cm³

propiedades mecánicas

Dureza lateral : 650 kg/cm²

Tenacidad : 3.6 kg-m



3. Panguana (densidad 0.49 g/cm³ media)

Flores (2018), afirma que la clasificación botánica de la panguana es:

Nombre científico: *Brosimum potabile* Ducke

Nombre común: loro micuna de hoja larga, loro shungo, panguana.

Sinónimos: *Brosimum myristicoides* Standl.

Árbol dominante, hasta 35 m de altura y 80 cm de diámetro. Base con aletas robustas, gruesas y redondeadas. Fuste recto y cilíndrico. Corteza externa áspera y lenticular. Corteza interna fibrosa-arenosa, segrega abundante látex blanco. Ramita terminal circular, grisácea. Hojas estrechamente elípticas a oblongo-lanceoladas, a veces raramente asimétricas; 4- 20 cm de largo por 1,5-4,5 cm de ancho; ápice acuminado a subagudo, base obtusa, haz glabra, envés diminutamente tomentoso en las aréolas, venas secundarias 20-28 pares. Inflorescencias subglobosas a hemiglobosas, 2-4 mm de diámetro, pedúnculo de 2-10 mm de largo. Infrutescencias subglobosas, aproximadamente 15 mm de diámetro (Baluarte & Aróstegui 1990, Vásquez 1997). Se distribuye por Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela y Perú. Crece en Amazonas y Loreto

6.1. Lugar de estudio

Las instalaciones donde se realizarán los ensayos y posterior evaluación es el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias con Mención Forestal, de la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS), ubicada en la Carretera Aeriya Km. 1.5, Atalaya, con coordenadas UTM:

Coordenadas : -10.7198421098, -73.7723339279

6.2. Población y tamaño de muestra

Población.

La población estará constituida por 90 probetas de densidad alta (0,61-0,75 g/cm³), probetas de densidad media (0.41-0.60 g/cm³) y de densidad baja (0.30-0.40 g/cm³), las cuales tendrán una dimensión de 2cm x10cm x 10cm, procedentes del CITE FORESTAL, ubicado en la Carretera Federico Basadre Km 4.200; Pucallpa – Ucayali.

Muestra

Las muestras estarán elegidas al azar estará constituida por 72 unidades experimentales. Las probetas obtenidas de las especies de Shihuahuaco y/o Huayruro, Panguana y bolaina; se aplicarán uno, dos y tres capas de barniz de 6 repeticiones por cada ensayo de ignifugación de las probetas y por cada tratamiento, de las cuales se obtendrán 72 unidades experimentales para el ensayo de ignifugación.

Entonces = 3 especies x 4 tratamientos (gramajes) x 6 repeticiones = 72 unidades experimentales para los respectivos ensayos que serán sometidas a ensayos de ignición a la resistencia al fuego del barniz en la madera.

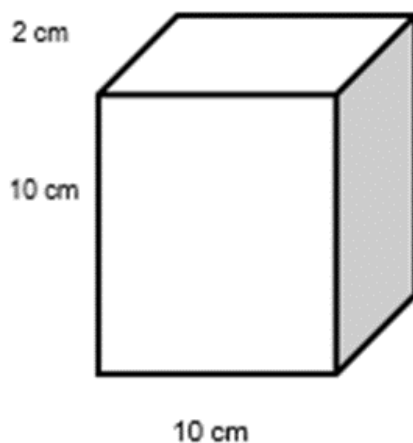
Para La Determinación De La Muestra

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

En donde, N = tamaño de la población Z = nivel de confianza (70%), P = probabilidad de éxito, o proporción esperada Q = probabilidad de fracaso D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción). La muestra resultante estará conformada por 72 probetas.

Obtención De Las Probetas

De las 90 probetas, se extraerán 72 que conforman la muestra; las probetas serán de las especies de Bolaina, Panguana, Shihuahuaco y/o Huayruro, cada de 2 x 2 x 10 cm, cada probeta tendrá las siguientes dimensiones:





Calcula del área de la Probeta

Datos:

1 galón = 3785.4 gramos
1 galón de DD Ignifugo rinde 24 m²
Medida de la probeta 10X10X2 Cm
Hallando el área de la probeta en m².

Área del cuadrado = L²

Área cuadrado = (0.1 m)²

Área=0.01 m²

Calculando los gramos necesarios para aplicar en un área de 0.1m²

Por regla de tres simples

24 m²----- 1gal X =(0.01m²*1gal)/(24 m²)=0.00041 gal
0.01 m²----- X

3785.4 gr. ----- 1 gal
X gr. ----- 0.00041 gal.

X =(3785.4gr.*0.00041gal)/(1 gal)= 1.5gramos

Por tanto, los gramos a usar en un área de 0.01 m² será de 1.5 gr. Por capa de barniz ignifugo.

6.3.Descripción detallada de los métodos, uso de materiales, equipos o insumos.

a) Diseño de muestreo

Muestreo Aleatorio simple

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros.

Como material biológico:

- Probetas de madera de 2x10x10 cm.
- Especies de densidad alta entre 0.61-0.75 a más (shihuahuaco y/o huayruro).



- Especies con densidad media de 0.41-0.60 (Panguana)

Insumo a usar:

- Barniz Retardador de Fuego de la marca “INTERPAINTS S.A.C.”
- Petróleo para mechero

Materiales:

- Mechero
- Termómetro Digital
- Libreta de apuntes.
- Reloj para controlar el tiempo de ignición.
- Brocha chica.
- Fósforos

c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

Variable Independiente

- Barniz Retardador.

Variable dependiente

- Densidad de la madera
- Tiempo de ignición de la probeta según el gramaje que tenga de barniz retardador.

d) Aplicación de prueba estadística inferencial.

El análisis de la información consistirá en realizar el análisis de varianza (ANVA) con dos factores; siendo los factores: densidad y el gramaje, para el ensayo de ignición, de existir diferencia significativa entre los tratamientos se utilizará la prueba de DUNNETT.

6.4. Tabla de recolección de datos por objetivos específicos.

Para la recolección de datos de las especies seleccionadas según su densidad (alta, media y baja), para probetas cuadrada de 10 cm de lado y un área de 0.01 m² se realizará:

- El número de aplicaciones de barniz ignífugo (1.5 gr. Por aplicación).
- El tiempo de ignición de la probeta según su densidad y aplicación de capas de barniz ignífugo.



VII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Trimestres															
	Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
Elaboración del perfil de proyecto	x	x														
Presentación del perfil en la facultad			x	x												
Adquisición de madera (probetas)				x												
Ejecución del proyecto					x	x										
barnizado de madera						x	x									
Ensayo de resistencia y toma de datos								x								
Procesamiento de los datos								x	x	x	x	x				
Entrega de borrador														x	x	
Sustentación de la tesis																x

VIII. PRESUPUESTO

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Movilidad local	transporte	20.00	20	400.00
Pagos colaboradores		50.00	20	1000.00
Construcción de horno	Costo	1200.00	1	1200.00
Preparado de las probetas de madera	Unidades	3.00	90	270.00
Pintado de las probetas	Pintor	1.00	70	70.00
Apoyo carpintero	Ayudante	50.00		50.00
Copias	Copias	0.1	1000	100.00
empastado	empastado	80.00	3	240.00
Barniz ignifugo	1 galón	150.00	1	150
TOTAL				3480.00



IX. BIBLIOGRAFÍA

- Blatem. (10 de 2018). *Blatem Pinturas*. Obtenido de <https://www.blatem.com/es/actualidad/noticias/barniz-para-madera-tratamientos-para-una-buena-conservacion>
- Decorespacio. (julio de 2008). *productos retardantes del fuego*. Obtenido de La mayoría de las formulaciones para mejorar el comportamiento de la madera frente al fuego incluyen productos químicos basados en el fósforo, nitrógeno, boro, silicio y en otras combinaciones que producen sinergias con los anteriores (Decorespacio, 2008)
- Delgado, G. (1975). *Propiedades de la madera*. Mérida - Venezuela: Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ingeniería Forestal.
- Fleischer, H. (1960). *"The performance of wood in fire"*, Reporte No. 2202. *Forest Products Laboratory*. United States: Forest Service U.S. Department of Agriculture.
- Garay, R. &. (2008). Comparacion de propiedades de suelos laminados, Boletin de informacion tecnica 252. *Revista AITIM*, 26-29.
- Giudice & Pereyra. (2004). *Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata*. Recuperado el 19 de agosto de 2022, de Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata: <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/protecmat/ignifugas.pdf>
- INTERPAINTS SAC. (12 de AGOSTO de 2022). *interpaints*. Obtenido de [interpaints: https://www.interpaints.com.pe/files/pinturas/POLIURETANOS/BARNI Z%20DD%20ANTIFUEGO.pdf](https://www.interpaints.com.pe/files/pinturas/POLIURETANOS/BARNI%20DD%20ANTIFUEGO.pdf)
- JUNAC. (1982). *Manual de Diseño y Normas para ensayos de maderas*. Colombia: Junta del Acuerdo de Cartagena.
- Klinger et al. (1998). *incidencia del metodo de aplicacion de ignifugos en el comportamiento ante el fuego de cinco maderas colombianas*. bogota: universidad distrital.
- Klinger et al. (2000). *incidencia del tratamiento con tres formulaciones de ignifugosen el comportamiento combustible de cinco maderas colombianas*. bogota: Universidad Distrital.
- Klinger, W., Álvarez, C., & Cardoso, E. (1998). *Incidencia del método de aplicación de ignífugos en el comportamiento ante el fuego de cinco maderas colombianas*. Bogotá - Colombia: Universidad Distrital. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal.
- Klinger, W., Zambrano, M., & Benavides, M. (1999). *Incidencia del contenido de humedad en la zona de saturación de las fibras en el comportamiento combustible de cinco maderas colombianas*. Bogotá - Colombia: Universidad Distrital, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal.
- Lp Chile. (Julio de 2008). *Manual practico de construccion Lp*. Obtenido



de:

http://www.lpchile.cl/manualLP/anexos/10_ANEXO_ENSAYOS%20FI R333-340.pdf.

- MNVU. (2004). *Norma A. 130: Requisitos de Seguridad*. Obtenido de Ministerio de Vivienda y Urbanismo: <http://geo.vivienda.gob.pe/dnv/documentos/RNE/15.pdf>
- Silva, E. (1970). *Teorías sobre la protección de la madera contra el fuego*. Sao Paulo - Brasil: Instituto de pesquisas tecnológicas. Universidad Armando de Salles Oliveira.
- Chuen-Shii, C.; Sheau-Horng, L.; Chin-I, W. (2009). *Preparation and characterization of the intumescent fire retardant coating with a new flame retardant*. *Advanced Powder Technology* 20 (2009)169–176. Published by Elsevier B.V. on behalf of The Society of Powder Technology Japan.
- Garay, R. & Henrriquez, M. (2010). *COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO DE TABLEROS Y MADERA DE PINO RADIATA CON Y SIN PINTURA RETARDANTE DE LLAMA*. *Maderas. Ciencia y tecnología*: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2010000100002>.
- QUIMINET. 2006. *Los retardantes de fuego*. 2006. (en línea). http://www.quiminet.com.mx/ar1/ar_zgthgsAvcd-los-retardantes-de-fuego.htm. (Consulta Julio 2008).
- <https://vymaps.com/PE/Ucss-Nopoki-Atalaya-Universidad-Catolica-Sedes-Sapientiae-1874107166157539/>



X. ANEXO

CUADRO DE MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA: EFECTO RETARDANTE AL FUEGO DEL BARNIZ (BARNIZ RETARDADOR) CON TRES GRAMAJES Y EN TRES MADERAS DE DIFERENTES DENSIDADES, PUCALLPA – PERÚ.

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
<p>GENERAL ¿Cuál es el efecto retardante al fuego del barniz (Barniz retardador) con tres gramajes y en tres maderas de diferentes densidades?</p> <p>ESPECÍFICOS ¿En cuál de las densidades de la madera se obtendrá un mayor efecto retardante? ¿En cuál de los gramajes se obtendrá un mayor efecto retardante de ignición?</p>	<p>GENERAL Demostrar el efecto retardante del barniz al fuego (Barniz retardador), con la aplicación de tres gramajes (1.5 g. por capa) en maderas de diferentes densidades.</p> <p>ESPECIFICOS. *Determinar en cuál de las densidades: alta (0.61 – 0.75), media (0.41-0.60) y baja (0.30-0.40) el barniz produce un mayor efecto retardante a la ignición. *Determinar en cuál de los tres gramajes (1.5 g. por capa) se obtendrá un mayor tiempo retardante de ignición.</p>	<p>GENERAL La aplicación de diferentes capas de barniz (Interpaints-Retardador de fuego) hace posible retardar la combustión en madera de diferentes densidades.</p> <p>ESPECIFICOS. *La densidad de la madera influirá en el efecto retardante del barniz a la ignición del fuego. *La aplicación de diferentes capas de barniz (1.5 g. por capa) influirán en el efecto retardante al fuego en maderas de alta, mediana y baja densidad</p>	<p>INDEPENDIENTE * Barniz Retardador de fuego.</p> <p>DEPENDIENTES *Densidad de la madera *Tiempo de ignición de la madera según el gramaje de barniz.</p>