

1.- Introducción.

Hoy en día el uso de los recursos naturales, en particular de uso forestal del país, ha constituido un déficit de los productos provenientes del bosque y muy especialmente de maderas preciosas que con anterioridad fueron explotadas indiscriminadamente, las cuales se encuentran seriamente amenazadas y algunas al borde de la extinción.

De esta manera, se busca incorporar nuevas especies de madera proveniente de los bosques nativos, para su posterior estudio tecnológico y poder determinar sus propiedades físicas, mecánicas, y sobre todo los estudios de trabajabilidad de todas las especies que no están consideradas dentro del uso laboral, para así poder sustituir a las maderas preciosas que en la actualidad son comercializadas y usadas para la ebanistería en un sin fin de artículos como ser puertas, ventanas, sillas, roperos, camas, etc.

Se puede lograr mejores resultados de apariencia estética de los productos provenientes de la madera, gracias a los estudios de trabajabilidad, de un sin fin de especies a las cuales no se le realizaron estos estudios.

El propósito de la investigación de la trabajabilidad de la madera es poder integrar otras especies para que estas puedan sustituir a las que se encuentran en vía de extinción, facilitando materia prima para las industrias y otros consumidores y reduciendo la extracción indiscriminada de las maderas preciosas.

El presente trabajo puede contribuir al mejor conocimiento de la madera de la especie Aliso (*Alnus acuminata*) H.B.K. con la finalidad de proveer bases técnicas lo cual permitirá la incorporación de nuevas especies forestales a la introducción de madera. De esta forma ofreciendo nuevos productos abriendo más mercado para la industria maderera.

1.1 Justificación.

La gran demanda de productos maderables y la continua disminución de especies forestales de valor comercial están obligando a buscar nuevas especies que puedan cubrir la demanda del mercado maderero.

Para ello es necesario investigar y socializar los resultados de dicha investigación sobre su trabajabilidad como nueva especie.

Hoy en día hay un mercado bastante aceptable para promocionar el uso de maderas alternativas muy poco conocidas, existe comercialización en volúmenes pequeños pretendiendo buscar un sustituto para las maderas valiosas.

El Aliso si bien es una especie secundaria y compone parte de la vegetación de la comunidad de Camacho de la provincia Avilés, también es una especie poco conocida por falta de estudios tecnológicos y se le da un mal uso, con el presente estudio se busca que tenga una mejor aplicación en base a sus propiedades de trabajabilidad.

1.2 Hipótesis.

El Aliso (*Alnus acuminata*) H.B.K. es una especie maderable útil y tiene propiedades buenas para su trabajabilidad, ya que esta se la emplea constantemente en la elaboración de vigas, costaneras para techos y cajonería por la razón que motiva a realizar el estudio con la finalidad de recomendar sus usos probables.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General

Determinar las propiedades de trabajabilidad de la madera de Aliso (*Alnus acuminata*) H.B.K. en operaciones de maquinado o trabajabilidad para identificar los posibles usos y aplicaciones de la madera con la finalidad de facilitar la integración de maderas opcionales a las necesidades de los consumidores.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades de las operaciones de trabajabilidad de la madera de Aliso (*Alnus acuminata*) H.B.K. a través del cepillado, moldurado, torneado lijado y taladrado empleando la norma (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales y las normas COPANT MADERAS 458-460.
- Clasificar a la madera de acuerdo a su grado de calidad de maquinado de la especie Aliso (*Alnus acuminata*) H.B.K. referida a grados de defectos de acuerdo a patrones obtenidos de las normas (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.
- Identificar los posibles usos de la madera de Aliso (*Alnus acuminata*) H.B.K. a través de los estudios de trabajabilidad para la producción de muebles o ebanistería.

2.- Revisión bibliográfica.

2.1 Concepto sobre estructura de la madera.

La madera se puede definir como un conjunto de tejidos que se encuentran hacia la parte interna de la corteza. Específicamente es la zona comprendida entre la médula y el cambium vascular y en la misma se cumplen diversas funciones: Conducción de agua y sales minerales absorbidas por la raíz, soporte o resistencia mecánica y almacenamiento de sustancias alimenticias. Corresponde a lo que técnicamente se conoce con el nombre de xilema secundario. (León W., 2001)

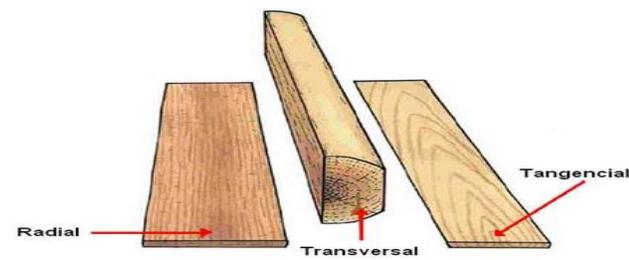
2.1.2 Planos de corte de la madera.

Debido a que los elementos constituyentes del leño se encuentran orientados y organizados en forma diferente según diversas direcciones consideradas, el aspecto de la madera cambia conforme el plano de corte en que es vista. (Vargas.J. 1987)

Los cortes en un tronco pueden ser de tres tipos puros (ver Fig.1):

- a) Corte transversal:* dirección perpendicular al eje del tronco, se produce, por ejemplo, al voltear un árbol o seccionar un tronco.
- b) Corte tangencial* (madera plana): cuando se realiza tangencialmente a los anillos de crecimiento del árbol. Es el corte en el que mejor se aprecia el veteado o figura de la madera.
- c) Corte radial* (madera cuarteada): cuando tiene dirección paralela a los radios. Es el corte más estable de la madera ante cambios de humedad del material.

Figura N° 1. Planos de corte de la madera: Radial, Tangencial y Transversal



Fuente: [httpwww. bing. comimagessearchq=corte+radial](httpwww.bing.comimagessearchq=corte+radial)

2.1.3 La madera.

La madera como recurso renovable de amplia distribución en diversas latitudes y condiciones climáticas, ha sido utilizada por el hombre desde tiempos inmemoriales por las múltiples ventajas ofrecidas, que la hacen única entre todos los materiales que se conocen, ya que además es un material perecedero, pero su vida útil puede ser prolongada considerablemente aplicando las técnicas de un manejo adecuado. (Villegas, 2001)

2.2 Características de la especie en estudio.

Cuadro N° 1 Descripción taxonómica del Aliso (*Alnus acuminata*) H.B.K

Reino:	Plantae
Sup reino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fagales
Familia:	Betulaceae
Genero:	<i>Alnus</i>
Especie	<i>Alnus acuminata</i> KUNTH

(Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con mira a la recuperación de madera de la zona andina Colombia. Carlos Mario Ospina Penagos, Raúl Jaime Hernández Restrepo, Dina Estella Gómez Delgado, José Alexander Godoy Bautista, Fabio Alonso Aristizábal Valencia, José Norbey Patiño Castaño, Jary Arnold Medina Ortega)

2.3 Descripción dendrológica e identificación.

2.3.1 Generalidades de la especie.

El aliso es una especie ampliamente distribuida en América, principalmente, en zonas de media y alta montaña, desde México hasta el norte de Argentina. Tres subespecies están ampliamente distribuidas en Latinoamérica.

2.3.2 Morfología.

Es una especie de vida media, de tamaño variable con alturas hasta de 30 m y diámetro de 50 cm; excepcionalmente puede alcanzar hasta 40 m de altura y 60 cm de diámetro. Tiene fuste recto, con aletones pobremente desarrollados, y es cónico cuando crece sin competencia. La corteza es de color grisáceo, a veces plateado, con lenticelas amarillentas, ovales y circulares dispuestas horizontalmente a lo largo del fuste. La copa es irregular y generalmente es angosta.

Figura N° 2. Fuste de la especie Aliso.



2.3.3 La raíz.

Presenta nódulos, como consecuencia de la simbiosis con un actinomiceto del género Frankia, posiblemente la especie alnii, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. Los nódulos forman grupos hasta de 6 cm de diámetro y se concentran en los primeros cinco centímetros del suelo. Entre los componentes químicos de estos nódulos se halla un glicósido de color amarillo rojizo capaz de inhibir el crecimiento de hongos patógenos.

2.3.4 Las hojas.

Son simples, alternas, acuminadas, de forma elíptica u ovoide, de 8 a 15 cm de largo por 3 a 6 cm de ancho, con bordes dentados irregularmente. El haz es de color verde oscuro y algo brillante y el envés verde claro a grisáceo, y frecuentemente con pelos de color ocre o rojizo. Por ser una especie caducifolia, pierde las hojas antes de la floración.

Figura N° 3. Hojas de la especie Aliso.



2.3.5 Las flores.

Son unisexuales, dispuestas en inflorescencias llamadas amentos. Las flores masculinas se encuentran en amentos terminales en forma de espiga y de color verde-amarillento, de 5 a 12 cm de largo y caen enteros después de la floración; las flores femeninas se encuentran dispuestas en amentos cortos (en forma de piña), de 2 cm de largo, de color verde y erecto. En la misma rama se encuentran flores de ambos sexos.

Figura N° 4. Flores de la especie Aliso.



2.3.6 Los frutos.

Están dispuestos en infrutescencias llamadas estróbilos, en forma de conos o piñas pequeñas, ovoides, de color verdoso a amarillento en estado inmaduro y marrón al madurar, con 1,5 a 3 cm de largo, escamas leñosas, algo aladas y persistentes donde se alojan las semillas. Un árbol adulto puede producir de 6.000 a 10.000 frutos, cada una con 80 a 100 semillas.

Figura Nª 5. Fruto de la especie Aliso.



2.3.7 La Semilla.

Es elíptica, plana, de color marrón claro brillante, de 0,65 a 1,34 mm de largo, con dos alas angostas y pequeñas.

El peso de la semilla es variable y algunos autores indican que su variación se relaciona con la latitud de la región de procedencia, encontrándose entre 1'400.000 y 4'400.000 semillas viables por kilogramo.

2.3.8 La madera.

Recién cortada es de color anaranjado pálido, y posteriormente adquiere un tono de castaño a rojizo claro. Es suave y liviana, con una densidad básica que fluctúa entre 0,3 g/cm³ en edades tempranas, hasta 0,4 g/cm³ después de los 30 años.

No existe una diferencia notoria entre albura y duramen. La madera no posee sabor y emana un suave olor; es de textura fina y uniforme, moderadamente blanda, seca rápido, y no se deforma ni se raja fácilmente.

*(ENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA – CATIE. TURRIALBA. COSTA RICA. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Resultados de cinco años de investigación. *Alnus acuminata*. Turrialba, CATIE, 1986. P. 49-53. (Serie Técnica. Informe Técnico N°86).*

2.4 operaciones de maquinado.

Maquinado es el conjunto de operaciones que se realizan en la madera mediante máquinas y herramientas de corte con el fin de darles las dimensiones y perfiles deseados para su posterior utilización en la elaboración de productos terminados y preparar la superficie para la aplicación de un acabado. Los ensayos se realizarán apegados en la medida de lo posible a las especificaciones de la norma de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales. *(Flores y Fuentes 2001)*

2.5 Características de la madera que influyen en su trabajabilidad.

De acuerdo con Flores y Fuentes (2001), de las características y propiedades de la madera más importante que influyen en la calidad de superficie maquinada están:

La densidad el contenido de humedad, la dirección del hilo, la textura, porosidad, contenidos extractivos, elasticidad, temperatura.

2.5.1 Densidad. Esta correlacionad directamente con las propiedades mecánicas y particularmente con la resistencia que la madera que la madera opone a la penetración y al corte cuando se trabaja con máquinas y herramientas. Una densidad alta, implica la remoción de una mayor cantidad de sustancias, por lo que al someterlas a su procesamiento causa mayor fricción de las aristas de corte, obteniendo un desafilado más rápido de la herramienta. Las maderas más pesadas presentan un acabado más terso y frecuentemente se mantienen mejor que las maderas ligeras.

2.5.2 Contenido de humedad. Las maderas con bajos contenidos de humedad presentan una mayor resistencia a la penetración de las herramientas de corte, ocasionando el defecto de grano astillado en la superficie de la pieza maquinada. Por el contrario, las maderas con altos contenidos de humedad presentan menor resistencia a la penetración de la herramienta de corte, presentándose frecuentemente el defecto de grano velloso.

2.5.3 Dirección del hilo. La irregularidad de la dirección de las fibras hace variar continuamente las características de orientación del hilo con perjuicios sobre la superficie trabajada. El hilo desviado reduce la resistencia de la madera, agrega dificultades en el maquinado de la madera y puede incrementar las tendencias a la deformación.

2.5.4 Grano. Termino que se refiere a la forma en cómo se desarrolla las fibras de la madera a lo largo y ancho del tronco y ramas.

2.5.5 Textura. Las maderas con textura fina y homogénea presentan mejor calidad de maquinado que aquellas con textura media y más aún que aquellas con textura gruesa heterogénea.

2.5.6 Porosidad. La porosidad no parece tener una influencia directa sobre el maquinado, ya que en general en maderas con porosidad circular, semicircular, y difusa al maquinaslas se obtiene una buena calidad.

2.5.7 Contenido de extractivos. El contenido de extractivos en las paredes celulares y las partículas minerales que se encuentran en las cavidades celulares (sílice y cristales) son de igual importancia. Los primeros hacen que la madera sea más dura, mientras que las partículas minerales desarrollan una acción de rápido desgaste sobre el filo de la herramienta.

2.5.8 Elasticidad. Es la capacidad de la madera de comprimirse bajo la acción del elemento de corte y retornar a su estado original una vez que se ha terminado el trabajo de corte, lo que determina el ancho de corte, es decir que una madera con menor elasticidad requiere de un menor ancho de corte que una madera más elástica. (*normadera.tknuka.net contenido propiedades mecánicas*).

2.5.9 Temperatura. Manifiesta una influencia solo bajo los 0° C por la transformación de la humedad en hielo, el cual dificulta más el procesamiento de la madera, por el incremento del esfuerzo del corte y como consecuencia, un desgaste acelerado de la arista de corte. Esto debe tenerse en cuenta principalmente en lugares donde la temperatura llega a ser menores de 0° C. (*Zuriel Hernández*).

2.6 Características de las herramientas de corte.

El gran desarrollo tecnológico que alcanza en los últimos años el sector de la industria maderera ha traído un gran cambio, además de la modernización de la maquinaria, también en las herramientas de corte empleadas. Una adecuada selección de las herramientas, porta consigo no solo un mejoramiento de las fases individuales de trabajo sino también un incremento en el potencial productivo.

2.6.1 Acero con alto contenido de cromo (HLS). Acero con alto contenido de cromo (Cr, Mo, V) se usa en la elaboración de herramientas integrales, es decir que los elementos de corte son del material que el cuerpo de la herramienta, adecuado para trabajar maderas blandas y duras con velocidades de alimentación no muy elevadas y velocidades periféricas.

2.6.2 Acero rápido al molibdeno (SSE). Acero rápido al molibdeno (Mo, W, V) se usa en la fabricación de herramientas integrales al igual que el anterior, es un acero de alto rendimiento, indicado para el trabajo de grandes cantidades de madera blanda y dura. Recomendado para altas velocidades de rotación y sobre todo cuando se exige una superficie tersa o de lo más lisa posible.

2.6.3 Acero súper rápido al cobalto (HSSCo). Acero súper rápido al cobalto (W, Mo, V, Co). Es una herramienta con elementos de corte recubiertos, es decir, que solo los elementos de corte son de este tipo de acero y el cuerpo de la herramienta es de otro material. Este tipo de acero es de alto rendimiento, es conveniente para trabajar a elevadas velocidades de rotación.

2.6.4 Hart Metal (HM). Metal duro a base de carburo de tungsteno con carburo de titanio, es usado en la fabricación de herramientas con elementos de corte recubiertos al igual que el anterior, adecuado para todos los trabajos e indispensable para maderas abrasivas. (*Aleaciones para herramientas de carpintería*).

2.7 Trabajabilidad. conjunto de propiedades o características que posee una determinada madera con relación a su respuesta de trabajo manual o a la acción de las herramientas manuales o eléctricas. Se dice entonces que la madera posee buena trabajabilidad cuando responde bien al corte con sierra, al cepillado, al moldurado, al torneado, al lijado y al taladrado, al encolado y engomado, etc.

Los procesos de la industria carpintera se inician con la recepción de la madera transformada en el aserradero y terminan con la expedición de un artículo o producto de madera terminado. Las primeras fases de la manipulación de la madera se tratan en procesos de la industria de la madera. (*Parish, 2001*)

2.7.1 Cepillado. Es la operación de corte que se lleva a cabo en una o ambas caras de la madera, con la finalidad de obtener el espesor deseado al mismo tiempo que se obtiene una superficie con un cierto grado de tersura. Es la operación más importante después del aserrío, ya que cualquier pieza de madera escuadrada antes de ser utilizada en algún producto final requiere ser cepillada, proporcionándole así un mayor valor agregado.

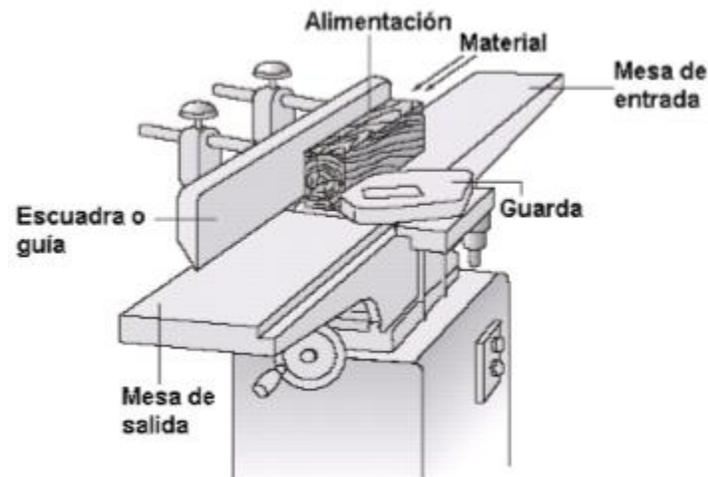
El defecto de mayor ocurrencia en esta operación es: grano arrancado, grano vellosa, grano levantado y las marcas de astillas. El efecto de disminuir la velocidad de alimentación también es un factor importante de considerar, ya que se ha comprobado que, utilizando una baja velocidad de alimentación, la calidad de la superficie cepillada se incrementa. Esto se explica en buena parte porque en la medida que se reduce la velocidad de alimentación, la cantidad de madera que tiene que remover cada cuchilla al cortar es menor. (*Herrera, 1981*)

El defecto de grano arrancado es usualmente el más común y de mayor perjuicio para la calidad superficial en las maderas tropicales. Los aspectos principales que favorecen la producción de grano arrancado son la elevada inclinación del grano y especialmente en la cercanía de los nudos y ángulo de corte.

La inclinación del grano elevado, como sucede con el grano entrecruzado, el grano ondulado y en cercanía de los nudos, extremadamente perjudicial, por lo que un operario debe siempre procurar que la entrada de la madera a la maquina se dé a favor del grano. En el caso del grano ondulado y el de nudos no es posible orientar la entrada a favor del grano, por lo que debe solucionarse con una disminución de la velocidad de avance o cambio del ángulo de corte (*Martínez & Martínez, 1996*).

2.7.1.1 Maquinaria. La máquina cepilladora tiene por objeto, obtener piezas de dimensiones exactas con un acabado lizo y suave, de superficies perfectamente planas, lo que se consigue con las cuchillas de acero rotatorias. La porta cuchillas es la pieza principal de la máquina, provisto en el caso de cuatro cuchillas.

Figura N° 6. Cepilladora.

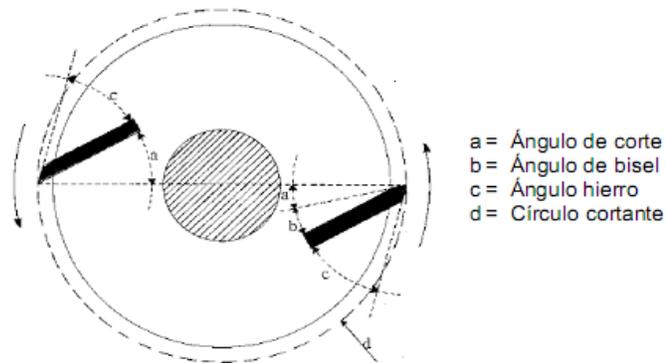


El principio de acción de cepillado es el siguiente: la máquina de cepillar trabaja con cuchillas rotativas que levantan una viruta corta. La madera a ser cepillada pasa desde la parte delantera de la mesa que le presta un apoyo firme, se acerca a las cuchillas que van arrancando todo lo que se pone al alcance del arco que describen. (*Heinrich, H.1971*)

En la práctica la mesa de salida tiene que estar enrasada con la arista superior de la superficie cilíndrica engendrada por la rotación de los filos de las cuchillas; la mesa de alimentación tiene que estar más baja que la otra siendo la diferencia de nivel igual al espesor de la viruta. (*Heinrich, 1971*)

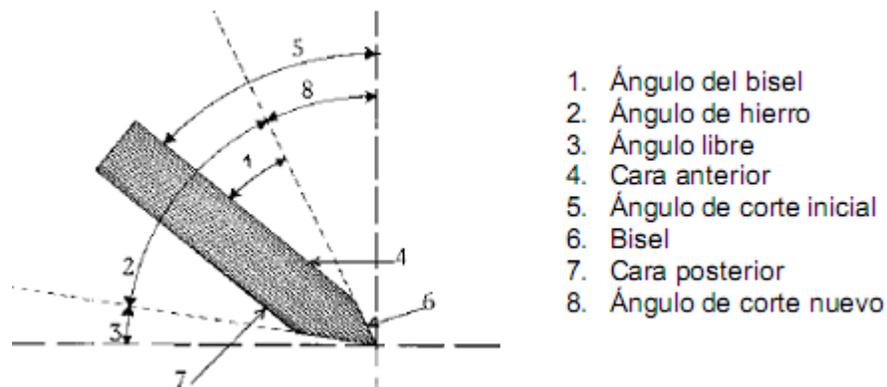
Ángulo de corte: Un ángulo de corte elevado en combinación con una fuerte inclinación del grano es crítico en la producción de una superficie con grano arrancado. En esta prueba la modificación del ángulo de corte se procedió al afilado del bisel, que van desde los 15 a 30°. Cabe destacar que una disminución del ángulo de corte por medio de un contra-bisel (ángulo de bisel) fortalece el ángulo de hierro, o sea, que la punta de la cuchilla se hace más robusta, (*Serrano, R & Sáenz, M. 2001*)

Figura N° 7 Nomenclatura usada en cuchillas de cepilladora.



Fuente: Serrano & Sáenz, 2001.

Fig. N° 8 Esquema de modificación del ángulo de corte por medio del bisel.



Fuente: (Serrano & Sáenz, 2001)

2.7.2 Moldurado. El moldurado consiste proporcionar una pieza de madera un perfil terminado y con una figura deseada, a fin de mejorar su estética, por lo que la tersura del corte y el detalle de la figura son aspectos de gran importancia que se tienen presentes en esta operación. Se efectúa en trompos diseñados para hacer contornos con forma determinada en el borde de las piezas de madera, de acuerdo a la figura de la fresa.

El trompo más común es el de ejes verticales, en los que se montan las piezas cortantes y son generalmente de alimentación manual, aunque se les puede adaptar un

dispositivo para hacerlos de alimentación automática.

En esta operación tenemos 2 tiempos de moldurado:

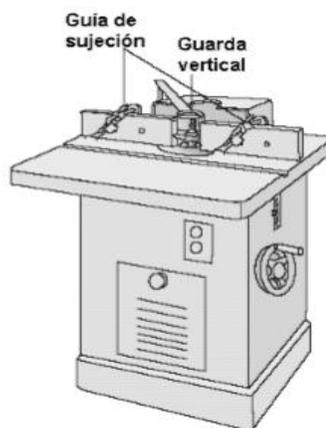
- Moldurado longitudinal (machimbrado).
- Moldurado transversal (en curva o recto). (*Castillo 1976*)

2.7.2.1 La fresadora vertical o TUPI. Es una maquinaria de funcionamiento sencillo, pero potencialmente peligrosa, si las cuchillas de la fresadora vertical se separan de las abrazaderas superior e inferior de la porta cuchillas, pueden salir lanzadas con gran fuerza, además suele ser preciso sujetar el material cerca de la cuchilla, la sujeción debe realizarse con una porta pieza y no con las manos del operario. Pueden utilizarse cepos para sujetar el material a la mesa.

Cuando se trata de un trabajo de labrado, la madera es trabajada debido a la acción de las cuchillas de corte rotatorio en un árbol de eje vertical, estas cuchillas giran en sentido contrario de las agujas del reloj y unos flejes de acero sujetan l pieza de madera contra la guía (*Heinrich, 1971; citado por Zamora, 1990*).

La tupi puede realizar los siguientes trabajos, ranura o rebaja, moldeado de cantos rectos, ranura para machimbrado, cantos curvos y molduras.

Figura N° 9 fresadora o tupi.



Fuente: (Parish, 2001)

2.7.3 Torneado. Es la operación en la cual mediante el uso de cuchillas o gurbias se da la figura deseada a las piezas de madera. Se realiza para elaborar distintos productos entre los que se encuentran; artículos deportivos, mangos para herramientas, partes para muebles y juguetes entre otros. El filo de la herramienta de corte, corta en diferentes posiciones a las fibras de la madera, la penetración es en sentido helicoidal y continuo, cuando la madera gira y las herramientas cortantes avanzan en dirección paralela al eje de rotación, en el torneado manual la cuchilla avanza sobre la línea central de la pieza a tornear. *(DE LOS RÍOS, M. 2005)*

La velocidad periférica de la pieza varía debido a los diferentes círculos de corte que se producen, cuando la dirección de avance de la cuchilla es normal al eje de rotación de la pieza torneada, la velocidad de avance disminuye a medida que el corte avanza de la periférica hacia el centro.

Cuando se utilizan tornos manuales se recomienda que la velocidad de avance sea lo más uniforme posible, cuidando siempre que la pieza a tornear no se quemé por contacto prolongado en un punto entre esta y la herramienta de corte.

La velocidad del giro del cabezal del torno depende tanto del diámetro de la pieza a tornear, como la velocidad de avance de la cuchilla, así pues, para tornear piezas de diámetro grandes esta debe ser reducida, mientras que para tornear piezas de diámetros pequeños esta debe ser mayor, por lo que es recomendable tener en el torno por lo menos cinco velocidades de giro diferentes (500, 1000, 1500, 3000, 5000 R.P.M). La mejor calidad de torneado se obtiene en maderas que presentan una alta densidad y una textura fina. *(Flores y Fuentes, 2001)*.

2.7.3.1 Maquinaria. El torno es la máquina giratoria más común y más antigua, sujeta una pieza de madera y la hace girar mientras una herramienta de corte da forma al objeto. La herramienta puede moverse paralela o perpendicularmente a la dirección de giro, para obtener piezas con partes cilíndricas o cónicas, o para cortar acanaladuras. Empleando herramientas especiales, un torno puede utilizarse también para obtener superficies lisas, como las producidas por una fresadora, o para taladrar

orificios en la pieza. Las partes principales del torno se detallan a continuación:

2.7.3.1.1 Cabezal. Es una caja fijada al extremo de la bancada por medio de tornillos o bridas. En ella va alojado el eje principal, que es el que proporciona el movimiento a la pieza. En su interior suele ir alojado el mecanismo para lograr las distintas velocidades, que se seleccionan por medio de mandos adecuados, desde el exterior.

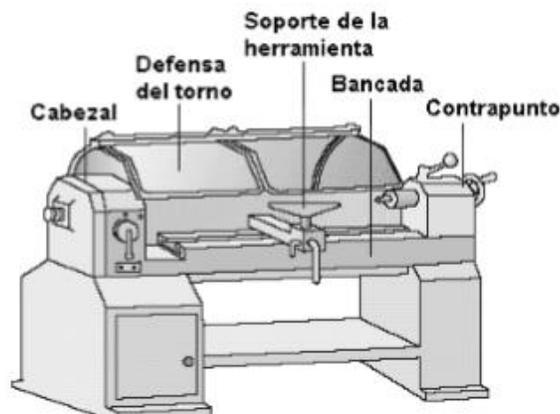
2.7.3.1.2 Bancada. Es un zócalo de fundición soportado por uno o más pies, que sirve de apoyo y guía a las demás partes principales del torno.

Debe tener dimensiones apropiadas y suficientes para soportar las fuerzas que se originan durante el trabajo, las guías han de servir de perfecto asiento y permitir un deslizamiento suave y sin juego al carro y contra cabezal.

2.7.3.1.3 Eje Principal. Es el órgano que más esfuerzos realiza durante el trabajo. Por consiguiente, debe ser robusto y estar perfectamente guiado por los rodamientos, para que no haya desviaciones ni vibraciones.

2.7.3.1.4 Contra Cabezal o Contrapunto. El contra cabezal o cabezal móvil, llamado impropriamente contrapunto, consta de dos piezas de fundición, de las cuales una se desliza sobre la bancada y la otra puede moverse transversalmente sobre la primera, mediante uno o dos tornillos.

Figura N° 10 torno.



Fuente (*Parish, 2001*)

2.7.3.6 Herramientas para el torneado.

2.7.3.6.1 El formón. Es una herramienta manual de corte libre utilizada en carpintería. Se compone de hoja de hierro acerado, de entre 4 y 40 mm. de ancho, con boca formada por un bisel, y mango de madera. Su longitud de mango a punta es de 20cm. aprox. El ángulo del filo oscila entre los 25-40°, dependiendo del tipo de madera a trabajar: madera blanda, menor ángulo; madera dura, mayor ángulo.

2.7.3.6.2 La gubia. La gubia es un formón de media caña; es decir acanalada, que se usa para tallar y ahuecar la madera. Las principales gubias utilizadas por los tallistas y otros profesionales de la madera se pueden dividir en:

2.7.3.6.3 Gubias planas. Parecidas a los formones, pero con una leve curvatura que facilita mucho su uso a la hora de la talla, ya que así se evita que los vértices del extremo cortante rayen la madera.

2.7.3.6.4 Gubias curvas o con forma de U. Tienen forma semicircular, puede ser de extremo cóncavo o convexo con radio variado y su uso facilita la desgastación de la madera antes de llegar a tocar la forma final deseada.

2.7.3.6.5 Gubias punta de lanza o en vértice. Son como la conjunción de dos formones en un vértice y su uso principal es el de usar la punta de unión como elemento de corte que marca la forma de manera previa. Los formones son diseñados para realizar cortes, muescas, rebajes y trabajos artesanos artísticos de sobre relieve en madera. Se trabaja con fuerza de manos o mediante la utilización de una maza de madera para golpear la cabeza del formón.

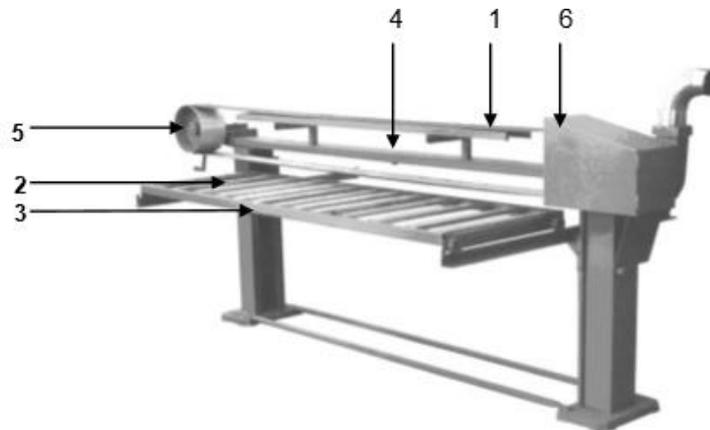
Figura Nª 11. Herramientas para el torneado:



2.7.4 Lijado. La operación de lijado es una parte importante del proceso de reparación por lo que constituye una condicionante fundamental para la productividad y el encarecimiento de la reparación.

Para conseguir un acabado de calidad, el operario debe conocer y dominar las operaciones que intervienen en la preparación de las superficies como la correcta selección de del abrasivo y del equipo esto se lo puede realizar a través de diferentes tipos de lijas ya que estas cuentan con una gran gama de materiales, de igual manera hay lijadoras mecánicas fijas y portátiles que facilita el trabajo de remoción o abrasividad. (*Serrano y Sáenz, 2001*)

Figura N° 12 Lijadora de banda.



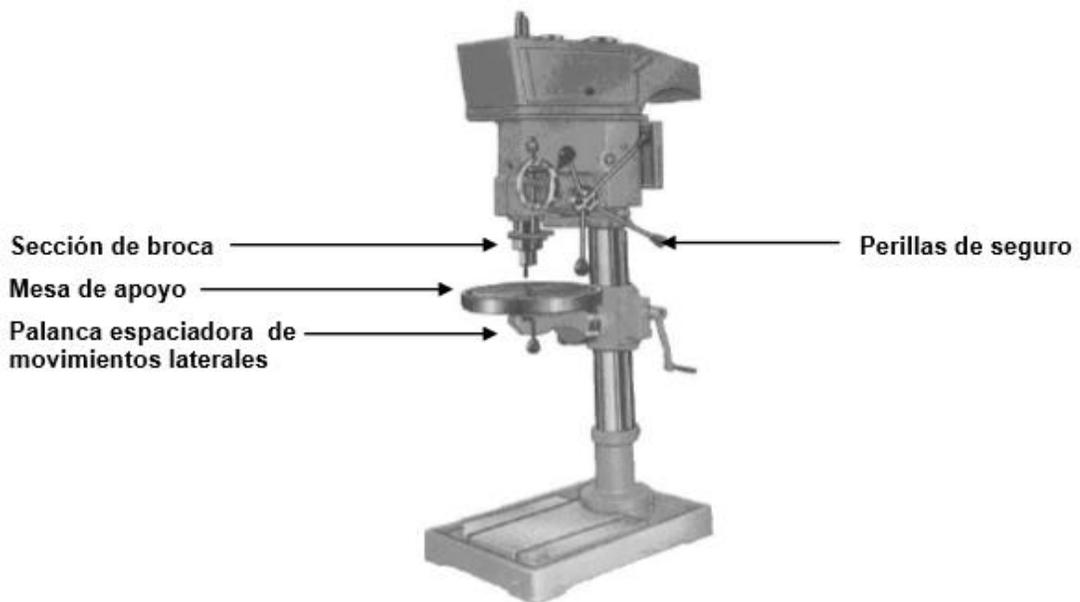
Lijadora de banda; Partes: 1. Cinta lijadora, 2. Mesa de trabajo, 3. Mango, 4. Mesa superior de trabajo, 5. Rodillo móvil, 6. Rodillo motriz.

2.7.5 Taladrado. El principio de la operación es perforar o hacer un agujero en una pieza de madera, en la cual se produce una fricción muy grande.

El taladrado es la operación que tiene por objeto hacer agujeros por arranque de viruta, con una herramienta llamada broca, cuya posición diámetro y profundidad han sido determinados previamente.

En este tipo de proceso, la herramienta de corte que se utiliza es cilíndrica rotatoria, conocida como broca, la cual es una herramienta giratoria la cual tiene uno o más bordes de corte con sus correspondientes ranuras las cuales se extienden a lo largo del cuerpo de la broca. En el proceso de taladrado se realizan dos movimientos: el movimiento de corte y de avance. Estos dos movimientos siempre se realizan salvo en máquinas de taladro profundo en las cuales no hay movimiento de corte ya que la pieza se hace girar en sentido contrario a la broca. (*Proceso de mano factura <https://sites.google.com>*).

Figura N°13 Taladro de banco.



2.8 Defectos comunes en el maquinado de madera.

2.8.1 Grano arrancado o astillado. Se presenta en las operaciones de moldurado, torneado y taladrado y principalmente en cepillado. Este defecto se presenta cuando la viruta se quiebra bajo el nivel de la superficie de la pieza, dejando pequeños huequecillos en ella. Es el defecto más grave y a la vez el más difícil de eliminar en una operación posterior de lijado. (*Serrano & Sáenz, 2001*)

Este defecto se debe a varias causas principales, entre las que destacan:

- a. Elevada inclinación del grano (grano entrecruzado, ondulado, etc.)
- b. Elevada velocidad de avance de la madera.
- c. Elevado ángulo de ataque (30° o más).
- d. Madera de alta dureza y muy seca (por debajo del 12% de C.H.).
- e. Profundidad de corte elevada (más de 3 mm. por pasada, en el cepillado).

2.8.2 Grano veloso o algodónado. Se presenta en las operaciones de cepillado, taladrado, moldurado, torneado y lijado, consiste en fibras o grupos de fibras levantadas sobre la superficie de la pieza que no fueron cortadas por la cuchilla, fresa, broca, u otra herramienta de corte, sobresalen de la superficie general de la tabla sin desprenderse. En la mayoría de los casos se puede corregir durante el proceso de lijado, pero requiere de un mayor costo, tanto a nivel de esfuerzo como de tiempo. *(Serrano & Sáenz, 2001)*

Las principales causas de este defecto son:

- a) Madera de tensión debido al crecimiento anormal del árbol.
- b) Filos redondeados de la cuchilla.
- c) Angulo de ataque pequeño (15° o menos).
- d) Madera húmeda.
- e) Madera de baja dureza.

2.8.3 Grano levantado. Condiciones de aspereza en la superficie de la madera, en la que una parte del anillo de crecimiento u otra sección de madera se levanta sobre la superficie general de la pieza trabajada. fuente *(De Los Ríos, 2005)*.

2.8.4 Grano rugoso. Este defecto se presenta en las operaciones de cepillado, taladrado, moldurado y torneado; cuando la madera entra en contacto con las cuchillas, éstas ejercen presión sobre las fibras, las cuales comprimen a su vez los vasos, que al estar rodeados de parénquima, hacen que al pasar la cuchilla sobre la madera se hundan antes de ser seccionados y luego emerjan a la

superficie, dándole a ésta, apariencia y sensación ásperas. Puede también suceder por una separación de láminas por los anillos de crecimiento. Fuente (*Serrano & Sáenz, 2001*).

Otras causas son:

- a. Porosidad elevada (circular).
- b. Mucha presión de los rodillos alimentadores.
- c. Madera relativamente húmeda.
- d. Cuchillas con filos redondeados.
- e. Baja velocidad de avance de la madera
- f. Bajo ángulo de corte (10 -15°).

Este defecto es relativamente fácil de eliminar en una operación posterior de lijado.

2.9 Calificación de las pruebas de maquinado.

La calificación de las probetas con las que se evalúa el maquinado de la madera está referida a grados de defectos de 1 a 5, de acuerdo a patrones obtenidos de las Normas siendo éstas: ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.

Cuadro N°2 Evaluación y clasificación de las probetas de ensayo

Rango	Calidad	Grado
0,0 – 1,0	excelente	1
1,0 – 2,0	buena	2
2,0 – 3,0	regular	3
3,0 – 4,0	mala	4
4,0 – 5,0	deficiente	5

3.- Materiales y métodos.

3.1 Descripción de la zona de estudio.

3.1.1 Ubicación. La comunidad de Camacho se encuentra ubicada en la provincia Avilés en latitud -21.9620 Longitud -64.9675 Al Norte con la comunidad del Tólar, al Sur con la comunidad de la Huerta, al Este con la comunidad de Canchasmayo, y al Oeste con la Serranía de la Cordillera de Sama del departamento, Aproximadamente a unos 75 KM de la ciudad de Tarija. (*elaboración propia*)

3.1.2 Accesibilidad. La accesibilidad hacia la comunidad de Camacho se puede llegar por tres rutas de prioridad.

- Por el camino de Tarija – Padcaya – Cañas – Canchasmayo - Camacho.
- Por el camino de Tarija - Valle de la Concepción - Chaguaya - Cañas - Canchasmayo - Camacho.
- Por el camino Tarija – Tolomosa - Pampa Redonda – Alisos - Tacuara-Camacho.

3.2 Características biofísicas.

3.2.1 Descripción Fisiográfica

La Provincia Avilés se encuentra ubicada al Noroeste del departamento de Tarija, conformando los Municipios de Uriondo y Yunchará. La topografía es bastante irregular, con variadas altitudes, en ellas se encuentra con frecuencia:

- Terrenos escarpados: con 50 a 75% de pendiente
- Fuertemente ondulados y quebrados: 12 a 25% de pendiente
- Terrenos casi planos (una mínima área): 2 a 3% de pendiente

3.2.2 Suelos. Los suelos de esta zona son casi en su totalidad de origen aluvial, variando la textura de moderadamente liviano a mediano y pesado y en algunas zonas muy profundos.

La caracterización y clasificación científica de suelos del ámbito territorial del Municipio de Uriondo, según las unidades de terreno identificadas y mapeadas. Estas unidades de terreno se encuentran en su mayoría dentro de la Provincia Fisiográfica de la Cordillera Oriental, y las restantes dentro de la Provincia Fisiográfica del Subandino. (*PDM Uriondo 2011*)

A continuación, se presentan las distintas unidades de terreno en el Municipio de Uriondo:

3.2.3.1 Consociación Fluvisol. Las comunidades de referencia son Camacho, Keñahuayco, La Huerta, Mecoya, Quebrada de Cañas, y San José de Charaja, donde los suelos dominantes son profundos, de textura franco arenosa, reacción ácida y fertilidad natural baja. Consociación Lixisol. Corresponden a paisajes de piedemonte y llanura fluvio-lacustre respectivamente, con suelos profundos a moderadamente profundos, texturas franco arcillosas en la superficie y arcillosas en el resto del perfil, con pH ácido y fertilidad natural baja.

3.2.3.2 Paisaje de colina media con disección fuerte. Los suelos tienen profundidad efectiva y radicular moderadamente profunda (50 a 100 cm); el drenaje es de clase bien drenado y excesivamente drenado en las cimas, la permeabilidad o drenaje interno es moderadamente rápido y el drenaje externo presenta escurrimiento rápido, el perfil al momento de su evaluación presentaba humedad.

En la superficie existe mucha piedra y poco afloramiento rocoso; en general existe erosión hídrica severa en sus tipos de laminar a cárcavas principalmente en los límites de las disecciones.

De acuerdo al sistema de clasificación Agrológica de suelos (Capacidad de uso), estas subunidades de Colina Media presentan terrenos de la clase no arables, en las pendientes mayores a 10% y de Clase Arables IV en las pendientes menores a 10%,

las limitantes son principalmente de suelos (fertilidad baja) y de erosión. (*PDM Uriondo 2011*)

3.2.3.3 Paisaje de colina media con disección ligera. Los suelos en general tienen profundidad efectiva y radicular muy superficial (<30 cm), en muy escasos casos existe suelos moderadamente profundos (50 cm); el drenaje es de clase bien drenado, la permeabilidad o drenaje interno es moderadamente rápido y el drenaje externo presenta escurrimiento rápido, el perfil al momento de su evaluación presentaba humedad.

En la superficie se observa mucha piedra, grava, y poco afloramiento rocoso; en general existe erosión hídrica severa en sus tipos de laminar a cárcavas principalmente en los límites de las disecciones.

Según el Sistema de Clasificación Agrológica de Suelos (Capacidad de uso), estas subunidades Cima y Pendiente Superior de Colina Media presentan terrenos de la Clase No Arables VII a VIII con limitantes principalmente de suelos (fertilidad baja y profundidad muy superficial) y erosión. (*PDM Uriondo 2011*)

3.2.3.4 Paisajes de llanura fluvio lacustre. Los suelos en general tienen profundidad efectiva y radicular moderadamente profundas (50 - 100 cm), el drenaje es de clase bien drenado, la permeabilidad o drenaje interno es moderadamente rápido y el drenaje externo presenta escurrimiento moderadamente rápido, el perfil al momento de su evaluación presentaba humedad.

Según el Sistema de Clasificación Agrológica de Suelos (Capacidad de uso), esta sub-unidad presenta terrenos de la Clase Arables IV con limitantes principalmente de suelos (fertilidad baja y profundidad superficial) y erosión. (*PDM Uriondo 2011*)

3.2.3.5 Paisaje de Llanura Fluvio Lacustre. Los suelos en general tienen profundidad efectiva y radicular moderadamente profundas a profundas (50 – 100 – 150 cm), el drenaje es de clase moderadamente bien drenado, la permeabilidad o drenaje interno es moderadamente rápido y el drenaje externo presenta escurrimiento

lento a moderadamente rápido, el perfil al momento de su evaluación presentaba humedad.

En la superficie existe común cantidad de piedra, asimismo, existe erosión hídrica moderada a severa en los terrenos con pendiente inclinada en sus tipos de laminar a cárcavas principalmente en los límites de las disecciones, existiendo derrumbe por socavamiento fluvial en las quebradas. *(PDM Uriondo 2011)*

Según el Sistema de Clasificación Agrológica de Suelos (Capacidad de uso), esta sub-unidad de llanura fluvio lacustre presenta terrenos de la Clase Arables II a III con limitantes principalmente de suelos (fertilidad baja) y erosión. *(PDM Uriondo 2011)*

3.3 Características meteorológicas.

3.3.1 Clima. El clima varía por ser semiárido fresco, con una temperatura media anual de 17.5°C. Que varía de temperaturas medias anuales entre (16 - 20°C) y precipitaciones más abundantes (600 mm anuales). *(PDM Uriondo 2011)*

3.3.2 Precipitaciones Pluviales. Las lluvias mayormente son de origen orográfico siendo principalmente por la condensación de las masas húmedas provenientes del sur este, esto presentan precipitaciones altas en la zona montañosa.

El periodo de lluvias es entre los meses de octubre a marzo, este periodo es considerado de mucha importancia porque coincide con la época de siembra por que las familias aprovechan para dedicarse a la siembra. Las precipitaciones mínimas son entre abril a julio.

Cuadro N° 3 Resumen climático del año 2015.

Índice	Unid.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	27,9	27,3	26,8	25,3	24,1	24,3	25,9	29,1	27,7	26,4	26,4	27,9	26,6
Temp. Min. Media	°C	14,0	14,2	14,1	11,4	4,6	1,0	14,2	2,4	7,0	10,1	14,1	15,4	10,2
Temp.. Media	°C	21,0	20,8	20,4	18,2	14,4	12,6	20,0	15,8	17,4	18,2	20,2	21,6	18,4
Temp. Max. Extr.	°C	33,0	33,0	30,0	32,0	31,0	32,0	32,0	37,5	37,0	39,0	35,0	37,0	34,0
Temp.. Min.Extr.	°C	11,0	12,0	8,0	4,0	-2,0	-5,0	-5,0	-4,0	-1,0	0,5	6,5	10,5	3,0
Precipitación	Mm	95,1	144, 5	82,0	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,1	49,1	72,5	39,7
Pp. Max. 24 Hrs.	Mm	22,0	35,0	39,5	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	23,0	31,0	14,4
ETP		10,3	10,2	10,0	8,9	7,1	6,2	9,8	7,8	8,5	8,9	9,9	10,6	9,0
BH		84,8	134, 3	72,0	6,6	-7,1	-6,2	-9,8	-7,8	-8,5	9,2	39,2	61,9	30,7
Días con lluvias		9	8	4	2	0	0	0	0	0	5	6	6	

Fuente (*SENAMHI*)

3.4 Características bióticas (vegetación y fauna).

3.4.1 Vegetación. La vegetación con que cuenta esta zona refleja unas características particulares de topografía y climáticas de la región.

Cuadro N° 4 Lista de especies Arbóreas.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común
Árboles			
1	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> L.	Molle
2	Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Tarco
3	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> H.B.K.	Aliso lambran
4	Caricaceae	<i>Carica quercifolia</i> (A. St. Hil) Solms-Laub.	Papayilla
6	Leguminosae	<i>Geoffroea decorticans</i> (Gill ex Hook & Am.) B.	Chañar
7	Leguminosae	<i>Acacia caven</i> (Md.) H. & A..	Churqui
8	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex H.B.K	Guaranguay
9	Leguminosae	<i>Acacia visco</i> Griseb	Jarca
11	Leguminosae	<i>Prosopis alba</i> Griseb	Thaco o algarrobo blanco
12	Leguminosae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timboy
13	Leguminosae	<i>Tipuana tipu</i> (Benth) Kuntza	Tipa
14	Leguminosae	<i>Acacia armoa</i> Gillies ex. Hook & Am.	Tusca
15	Myricaceae	<i>Myrica pubescens</i>	Aliso bravo
16	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea trolli</i> Heimerl	Huancar
17	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea stipitata</i> Griseb	Huancar
18	Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea</i> sp.	Huancar
19	Podocarpaceae	<i>Podocarpus parlatorei</i> Pilger	Pino de cerro
20	Salicaceae	<i>Sambucus peruviana</i>	Sauco
21	Saxifragaceae	<i>Escallonia reticulata</i> Sleumer	Chachacomo
22	Juglandaceae	<i>Juglans australis</i> Griseb	Nogal

Fuente (PDM Uriondo 2011)

Cuadro N° 5 Lista de especies de gramíneas.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común
Gramíneas			
1	Poaceae	<i>Andropogon sp.</i>	Pasto
2	Poaceae	<i>Aristida adscencionis L.</i>	Cola de zorro
3	Poaceae	<i>Aristida enodis Hack</i>	Cola de zorro
4	Poaceae	<i>Aristida mendocina Henrard</i>	Pasto
5	Poaceae	<i>Bothriochloa barbinodis (Lag.) Herter</i>	Pasto
6	Poaceae	<i>Bothriochloa saccharoides (Sw.) Rydb.</i>	Pasto
7	Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula (Michx.)</i>	Pasto bandera
8	Poaceae	<i>Cenchrus ciliare L.</i>	Cadillo
9	Poaceae	<i>Chloris gayana Kunth.</i>	Pasto rodes

Fuente (PDM Uriondo 2011)

3.4.2 Fauna. - En la región se encuentra una gran variedad de animales silvestres de las cuales nombramos a continuación: Liebre, vizcacha, paloma, huayco, conejo, etc.

Cada una de estas especies se encuentra dependiendo de la zona más húmeda, o poca humedad y mayor vegetación. (PDM Uriondo 2011)

3.5 Características socioculturales.

3.5.1 Características Demográficas. La población de la Provincia Avilés de acuerdo al censo del Instituto Nacional de Estadística, es de 13.309 habitantes de los cuales 49 % son mujeres y 51 %, son hombres siendo toda la población rural, como se indica en el cuadro adjunto.

Cuadro N° 6 Población, Superficie y Densidad.

Provincia	Superficie		Población		Densidad
	Km2	%	Habitantes	%	Hab./Km2
Avilés	2742	7.3	13308	4.5	6.4

Fuente (PDM Uriondo 2011)

La migración produce consecuencias severas, como el descuido de los terrenos, haciendas y afectando la educación de los hijos.

La tasa de migración del Municipio de Uriondo es de 2.07% anual.

La tasa de crecimiento anual de acuerdo al censo y datos proporcionados por el INE es de 1.06 %.

La tasa de Masculinidad el de 100%

El índice de fecundidad, es decir cantidad de hijos por mujer es de 4.

La Tasa de Mortalidad es de cada 1000 niños 61 mueren.

La tasa de analfabetismo anual es de 24.31 %. (PDM Uriondo 2011).

La población de la comunidad de Camacho alcanza un promedio de 800 a 900 habitantes.

3.5.2 Producción La principal actividad económica de los pobladores del Municipio es la agricultura, que es el pilar de la actividad económica de la población, sin dejar de lado la ganadería entre estos podemos nombrar los siguientes cultivos de papa, maíz, cebolla, arveja, pero principalmente el cultivo de la vid donde les reditúa buenos dividendos cuyo producto además de ser para consumo de mesa, es decir para su comercialización y una parte se destina para la elaboración de vino y singani y la cría de ganado como ser vacas, porcino, caprino.

Siendo la agricultura la actividad principal que desarrolla alrededor de 6.000 has. De tierra cultivable – frontera que está siendo ampliada por la implementación del riego.

Con relación al insumo utilizado en la producción agrícola, en algunos casos se utiliza la semilla mejorada y semilla tradicional.

No debemos dejar de señalar que a esta producción les persiguen una serie de enfermedades y plagas por lo que se debe hacer uso de fertilizantes e insecticidas.

El Destino de la producción agrícola para su comercialización es el mercado en un porcentaje elevado y el saldo es para su auto consumo.

Los productos generalmente son trasladados a los mercados de la ciudad de Tarija, donde es fijado con precios estables, sin embargo, en los últimos tiempos se está llevando la producción al resto del país principalmente a Santa cruz. (*PDM Uriondo 2011*)

Entre otras actividades de la comunidad de Camacho se tiene la ganadería. La producción de flores.

3.6 Materiales.

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó una serie de materiales, equipos y maquinaria para poder desarrollar el estudio de trabajabilidad (lijado, taladrado, moldurado, cepillado, y torneado) de la especie (*Alnus acuminata*) H.B.K. Los mismos que a continuación se describen:

3.6.1 Materiales de gabinete.

- Mapas y cartas geográficas de la zona.
- Normas COPANT MADERAS.
- Planillas para la toma de datos.
- Normas (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales.
- Material de escritorio.

3.6.2 Materiales y equipos de campo.

- Brújula.
- Machete.
- Motosierra.
- Flexómetro.
- Cámara fotográfica.
- Pintura y brocha.
- Xilohigrometro.
- Parafina.

3.6.2.1 Maquinaria de carpintería.

- Cepilladora.
- Torneadora.
- Maquina tupi.
- Taladro de banco.
- Sierra sin fin.
- Lijas.

3.6.3 Material biológico.

- Madera de la especie en estudio.

3.7 Metodología.

La metodología que se utilizó en el presente trabajo se encuentra dentro de las normas de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales y NORMAS COPANT, sus manuales técnicos, y otros con la finalidad de que los resultados obtenidos en el presente estudio, sean confiables y aplicables y a la vez que tengan un marco de referencia técnico y científico.

3.7.1 Normas empleadas.

Cuadro N° 7 Selección y colección de muestra

NORMAS	TEMA
COPANT 458	Selección y colección de muestra

3.7.1.1 Selección y colección de muestra. Un aspecto importante en la ejecución de este tipo de trabajos de investigación corresponde a la correcta selección y colección de muestras, basada en la norma COPANT 458, recomienda que se tomen en cuenta el sistema de elección sea al azar de manera que todos los componentes (zona, sub zona, bloque, árbol vigueta probeta, troza) tengan la misma posibilidad de ser elegidas y formar parte de estudio y sean representativas en el área de estudio.

- Selección de la zona.
- Selección de los árboles.
- Selección de las trozas.
- Extracción de las trozas.
- Obtención de probetas para el estudio de la trabajabilidad.
- Obtención de viguetas dentro de las trozas.
- Codificación de las probetas.

3.7.1.1.1 Selección de la zona

Para la selección de la zona, el primer aspecto tomado en cuenta será la representatividad (en cuanto a la población y calidad de individuos) que tiene la especie de Aliso (*Alnus acuminata*) H.B.K. Donde se obtendrá las muestras. La zona se dividirá en tres bloques tomando en cuenta caminos y accesibilidad cursos de agua y su topografía de terreno.

A su vez cada uno de los bloques será sub dividido en dos parcelas de las cuales se elegirá al azar una (parcela) por bloque de manera que se obtendrá:

Cuadro N° 8

Zona	Bloque 1	Parcela 1 (1 árboles)
		Parcela 2
		Parcela 3
	Bloque 2	Parcela 1
		Parcela 2 (1 árboles)
		Parcela 3
	Bloque 3	Parcela 1
		Parcela 2
		Parcela 3 (1 árboles)

3.7.1.1.2 Selección de árboles. En cada parcela se eligió al azar un árbol para realizar los estudios, tomando en cuenta sus características vegetativas de la especie al ser apeada como: fuste sano, a la altura del pecho para el presente estudio se consideró 3 árboles.

3.7.1.1.3 Selección de la troza. Una vez ubicado y realizado el apeo, desrame del árbol, se dividió el fuste en secciones iguales las cuales fueron marcadas y selladas en sus extremos para su fácil identificación, utilizando letras grandes en orden secuencial desde la parte inferior a la superior, luego se realizó el sorteo de las trozas a utilizar de cada árbol, registrándose los datos de cada una de ellas.

3.7.1.1.4 Extracción de las trozas. Las trozas se transportaron desde el lugar del apeo hasta un aserradero que se encuentra en cercanías del área de extracción.

3.7.1.1.5 Tratamiento profiláctico. Una vez obtenidos los tabloncillos centrales en el aserradero, se procedió a limpiar el aserrín para evitar el ataque de insectos y hongos con los diferentes tratamientos como recomienda la Norma.

3.7.1.1.6 Obtención de las probetas dentro de las trozas. La obtención de las probetas fue realizada de acuerdo a las normas correspondientes en cada uno de los ensayos de trabajabilidad.

El procedimiento empleado para el cumplimiento del presente trabajo es la propuesta por la NORMAS Y METODOS PARA ENSAYOS TECNOLOGICOS Sub Proyecto N/1- Estudio de la Tecnología e Ingeniería de la Madera.

Norma de la (American Society for Testing and Materials) ASTM-D-1666-64 (1970), con algunas adaptaciones para ensayos de maderas tropicales

3.8 Ensayo de cepillado.

Se utilizará una cepilladora molduradora para los ensayos de cepillado, dada la gama relativamente amplia de velocidades de alimentación y giro y la facilidad de cambios de cabezales. A falta de esta máquina se puede usar una cepilladora (regreseadora) o máquina combinada cepilladora-garlopa (cepilladora-canteadora). Siempre se utilizarán cuchillas rectas y se cepillará solamente una cara de la probeta por pasada.

3.8.1 Se utilizará cepilladora con las siguientes características.

- Velocidad de giro de porta cuchillas: 5.000 r.p.m.
- Diámetro de la porta cuchillas: 10 a 12 cm.
- Angulo de la porta cuchillas: 30/ a 35/
- Porta cuchillas para alojar 3 o 4 cuchillas
- Velocidades de alimentación (m/min): 3, 6, 9, 12 y eventualmente otras superiores.
- Alimentación perpendicular al eje de rotación de la porta cuchillas
- Cuchillas: Se usaron preferentemente cuchillas de acero rápido (HSS). Al momento de ensayo los filos deberán estar en buen estado.

3.8.2 Accesorios.

- Un tacómetro
- Dados o calibradores de cuchillas

3.8.3 Ensayos con madera seca.

3.8.3.1 Probetas.

- Se usaron 27 probetas.
- 9 en corte tangencial (plano)
- 9 en corte oblicuo (falso cuarteado)
- 9 en corte radial (cuarteado)
- Las probetas fueron de 100 cms. de longitud 10 cms. de ancho y un espesor aproximado de 4 cm.
- Contenido de humedad: Las probetas de madera seca registraron contenido de humedad de equilibrio.

3.8.4 Procedimiento.

- Las probetas se marcaron con el número del árbol de procedencia y el número de la probeta de modo que esta identificación no se pierda con el cepillado.
- Los planos de trabajo de la probeta deberán ser comprobados y retificados antes del ensayo.
- Cada especie y cada uno de sus planos de corte fueron ensayados independientemente.
- La mitad de los cortes se hicieron en la dirección del grano y la otra mitad en contra del grano. Esto se hizo volteando la probeta para cepillar la cara opuesta, lo cual permite también liberar las tensiones internas de modo uniforme.
- Cada probeta fue introducida en la máquina en el mismo sentido de cada corte.
- Los cortes se efectuaron a una profundidad de 2 mm. cada uno, hasta un espesor mínimo de la probeta 1.5 cm.
- El extremo de cada probeta se marcó cuando emerge de la máquina para indicar la dirección de alimentación y el lado que acaba de ser procesado.

- Al cambiar la dirección del grano, volteando la probeta a su cara opuesta, se marcó en forma diferente que la pasada inicial.

3.8.5 Ensayo en condiciones comunes.

- Los ensayos se realizaron con tres o cuatro cuchillas de 30/ o 35/ de ángulo de corte (ángulo normal de la porta cuchillas), niveladas en la porta cuchillas y colocadas de la manera usual. Una vez ensayada y calificada la especie en cada plano de corte para una velocidad determinada, se podrá repetir el proceso con una velocidad de alimentación menor hasta reducir los defectos a niveles aceptables.
- Si la madera presenta grano arrancado con las condiciones antes mencionadas se repetirá el ensayo con cuchillas afiladas para obtener un ángulo de corte 15/.

3.8.6 Resultados de ensayos de cepillado.

- Se evaluaron los defectos y se registrarán.
- El grano arrancado es, por ser en bajo relieve, el defecto que reviste mayor gravedad.
- Para los efectos secundarios se izó un informe secundario que indique la frecuencia y magnitud de los mismos de la especie.
- La calificación se dio en grados de 1 a 5 de acuerdo a patrones obtenidos a partir de normas existentes. Para la evaluación se ponderará en función de porcentaje de incidencia y extensión del defecto.

3.9 Ensayo de taladrado.

Se utilizó un taladro eléctrico de un eje, de alimentación automática o manual, y se ensayará con dos velocidades: una cercana a 1.000 R.P.M y otra aproximadamente de 500 r.p.m.

Se usó una broca de doble hélice sin alas (broca de H.S.S.), de 1.25 cm / 1/2" de diámetro

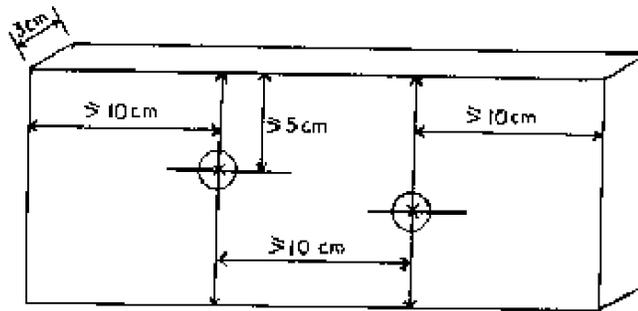
Figura N° 14 Broca para Ensayo de Taladrado



3.9.1 Probetas.

Las probetas fueron de un espesor de 3 cms. El ancho y el largo constan en la figura siguiente.

Figura N° 15 Probeta para ensayo de taladrado.



Se prepararon probetas de tres tipos de corte: radia, oblicuo y tangencial, con un total de 18 probetas (3 árboles x 3 tipos de corte x 2 velocidades de ensayo = 18). Para cada probeta se harán dos agujeros de ensayo.

Contenido de Humedad: Las probetas se acondicionarán al contenido de humedad de equilibrio.

3.9.2 Procedimiento.

- Se aplicó una carga de 30 kg en el eje de la broca, debiendo hacerse el agujero sin respaldo, o sea que la salida deberá estar libre.
- Para cada una de las dos velocidades de giro (500 r.p.m. y 1.000 r.p.m.) se determinó el tiempo de penetración de la broca.

- Opcionalmente se podrán hacer ensayos adicionales con una carga de 15 kg, con broca de doble hélice sin alas.

3.9.3 Calificación.

Este ensayo se calificará en 5 grados, repartidos entre el peor y el mejor de los materiales ensayados, y se registrarán.

3.10 Ensayo de torneado.

Se utilizó un torno con varias velocidades de rotación del eje vivo, con un soporte especialmente preparado en forma escalonada y con guía para obtener 15° de ángulo de corte.

Se recomienda el uso de un contrapunto (centro punto) libre.

- Otros materiales:
 - ✓ Cronómetros
 - ✓ Transportador con regla radial
- Herramientas
 - ✓ Se utilizó una gubia de 2cm de ancho, con radio de curvatura exterior de 1 cm (lado convexo) y curvatura del filo de 1 cm (arista); y se afilará con un ángulo de hierro a 40° afilado en la cara cóncava para obtener un ángulo de corte de 40°.
 - ✓ Se utilizó otra gubia de 2 cm de ancho, con radio de curvatura interior de 1 cm, afilado en el lado convexo con un ángulo de hierro de 30° para ensayos de 0° y 15° de ángulo de corte.

3.10.1 Probetas.

Se prepararon 9 probetas por especie (3 árboles x 3 probetas por árbol = 9) de 12.5 cms de longitud, 2 cms de ancho y 2 cms de espesor.

Se efectuaron determinaciones de ángulo de corte para observación paralela al grano y corte oblicuo.

3.10.2 Determinación de Angulo de Corte para Observación Paralela al Grano (Fondo)

- Se ensayaron en la misma probeta con ángulos de corte de 40°, 0°, 15° (una probeta por árbol).
- Para el ángulo de corte de 40° se ensayará tangencialmente por encima de la probeta (tipo A)
- Con ángulo de corte de 0° (tipo B) se ensayará radialmente en la misma probeta.
- Para un ángulo de 15° se utilizará una guía en el portaherramientas (tipo C).

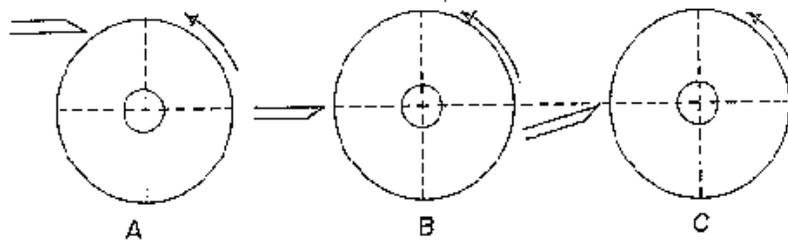


Figura N° 16 Tipos de Corte en Ensayos de Torneado

- Se efectuaron cortes enérgicos para todos los casos, debiendo dejarse un diámetro de aproximadamente 1.5 cms. al final del ensayo.
- Se determinó el tiempo de penetración mediante un cronómetro, con el fin de igualar el tiempo de penetración de los tres cortes en cada probeta.

3.10.3 Ensayo de Corte Oblicuo

- Se cortó a 45° con respecto al eje de la gubia. Se ensayará una probeta por árbol y se utilizarán las gubias de 40° de ángulo de hierro.
- Se efectuaron pares de cortes opuestos, distanciados entre sí 5 mm en la sección cuadrada original.
- Los cortes se realizaron en forma enérgica y la profundidad no deberá pasar la mitad del filo (arista) en las esquinas de la probeta.

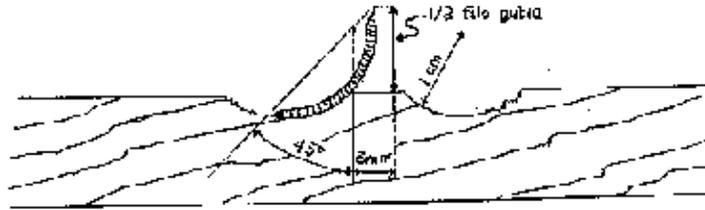


Figura N° 17 Forma de corte oblicuo para ensayo de torneado.

- Se determinó el tiempo de penetración mediante un cronómetro con el fin de igualar los tiempos de ensayo en cada par de cortes.
- Se pudo efectuar hasta tres pares de corte en cada probeta para obtener un número satisfactorio de repeticiones.

3.10.4 Calificación

- Calificación para observación paralela al grano.
- Se calificó en 5 grados el grano arrancado y la vellosidad en el fondo paralelo a las fibras y se registrarán
- Calificación para corte oblicuo.
- Se calificó el ensayo en 5 grados. Se deberá evaluar el grano astillado en el cuadrado resultante, grano levantado (rugosidad) en los planos inclinados y vellosidad en la arista exterior de la probeta.

3.11 Ensayo de lijado.

Se utilizó una lijadora de banda con mesa o una lijadora portátil, debiéndose especificar las características de la máquina (velocidad de la lija, potencia del motor, longitud de la lija, dimensiones del plato, carga). Para lijadora de mesa se deberá ensayar con un plato de 15 cm de largo.

Materiales: Se utilizaron lija de óxido de aluminio o granate N/ 60 y 100.

3.11.1 Probetas.

Se utilizaron las probetas ensayadas en cepillado, es decir 9 probetas por árbol, de madera seca al contenido de humedad de equilibrio. El ancho de la probeta deberá ser como máximo 2 cm menos que el ancho de la lija.

3.11.2 Requisitos Generales.

- Se utilizó lijas en estado satisfactorio (no nueva por no ser representativa). Se ensayará en la misma dirección utilizada en el cepillado (a favor o en contra del grano). Para el ensayo deberá agruparse cada tipo de corte, (radial, tangencial, oblicuo) y especie por separado.
- Para madera con grano arrancado se iniciará el trabajo con una lija N/ 60 para eliminar dicho defecto, y después se seguirá con lija N/ 100 para evaluar la calidad de superficie.
- Para madera que no presente grano arrancado se ensayará directamente con lija N/ 100.

3.11.3 Procedimientos.

- Ensayo de remoción con Lija N / 60
 - Se determinó la facilidad o dificultad de lijar.
 - Se hizo un lijado de rectificación previo al ensayo hasta eliminar las marcas de cepillado. Esta operación se hará con lija N/ 60 haciendo pasadas suaves a ambas caras.
 - Se ensayó con una presión cercana o inferior a 100 gr/cm manteniéndose dicha presión durante todos los ensayos.
 - La velocidad de la lija (m/min) multiplicada por el tiempo de alimentación (minutos) dará la remoción por metro.
 - Se regulo la velocidad de alimentación de modo que la velocidad de la lija (m/min) sea aproximadamente igual a 167 veces la velocidad de alimentación.
 - Se efectuó un número de pasadas suficiente para poder lograr una remoción significativa de más o menos .05 mm. La remoción se observará en cuatro puntos distribuidos a una distancia de 30 cm de los extremos y de 1 cm. de los cantos.

- El producto de la velocidad de la lija por el tiempo de alimentación por el número de pasadas es igual a la longitud de la lija pasada (es conveniente expresar esta longitud en Km). Para las condiciones de este ensayo, esta longitud es también igual a 0.24 Km. Por el número de pasadas.
- Se tocó la superficie de la madera inmediatamente después de lijar calificándose su temperatura como alta, mediana (temperatura humana = 37/) o baja.
- Se observó la velocidad de ensuciamiento de la lija y la facilidad de remoción de la suciedad. En caso de utilizarse una lija portátil se podrá determinar la velocidad de desgaste de la lija.
- Ensayo de Lija N/ 100
- Se hizo cuatro pasadas, dos de ida y dos de vuelta las condiciones de ensayo serán similares a las usadas con lija N/ 60.

3.11.4 Calificación.

- Calificación de Ensayo de Remoción con Lija N/ 60

A. Se determinó un coeficiente de remoción (mm/Km), dividiendo 0.5 mm entre cantidad de lija pasada, expresada en Km.

$$\text{Remoción} = \frac{0.5 \text{ mm}}{\text{Velocidad de la lija x tiempo de alimentación x N/ de pasadas}}$$

Por tanto:

$$\text{Remoción} = (2/ \text{número de pasadas para remover } 0.5 \text{ mm}) \text{ (mm/km)}$$

B. Facilidad de remoción de la suciedad. - La lija se puede limpiar con aire comprimido, con una escobilla o batiéndole, lo cual dará una idea de la facilidad o dificultad de limpiarla.

C. Velocidad de desgaste de la lija. - Se observó el desgaste de las puntas de los cristales del abrasivo de la lija mediante una lupa.

D. Temperatura de la lija. - Los grados de recalentamiento de la lija se deben estimar en dos pasadas consecutivas (de lo contrario sería difícil que sean confiables, debido a la variación de los tiempos entre pasadas y el número de pasadas).

- Calificación de lija N/ 100
 - Se calificaron los defectos de rayado y vellosidad en 5 grados y se harán observaciones complementarias de ensuciamiento, facilidad de remoción de suciedad, desgaste y temperatura.
 - Los calentamientos se deben determinar después de dos pasadas consecutivas, (una pasada de ida seguida inmediatamente por una de vuelta).
 - La facilidad de remoción de suciedad y velocidad de desgaste se determinaron en forma similar a lo indicado para lija N/ 60.

3.12 Ensayo de moldurado.

Se utilizó un tupí trompo de un eje, de alimentación manual, con una velocidad de giro preferentemente entre 5.000 y 7.000 r.p.m.

Se fabricaron cuatro guías de seguridad hechas de madera, las cuales se fijarán con prensas manuales (dos laterales y dos verticales)

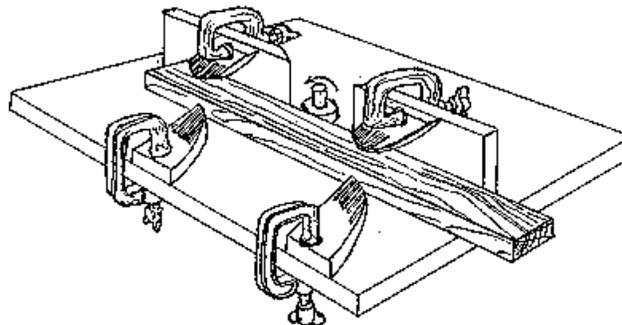


Figura N°18 Tupí con Guía de Seguridad

- Se utilizó una porta cuchillas de aproximadamente 10 cm de diámetro y con un ángulo de la porta cuchillas de más o menos 30° para alojar dos o más cuchillas.
- La cuchilla tubo un ángulo libre de filo de 20°, ángulo de hierro de 40°, la lengua un ángulo libre lateral de 10° y se hará un diseño de la cuchilla para producir la hembra del machihembrado como se indica en la Figura.

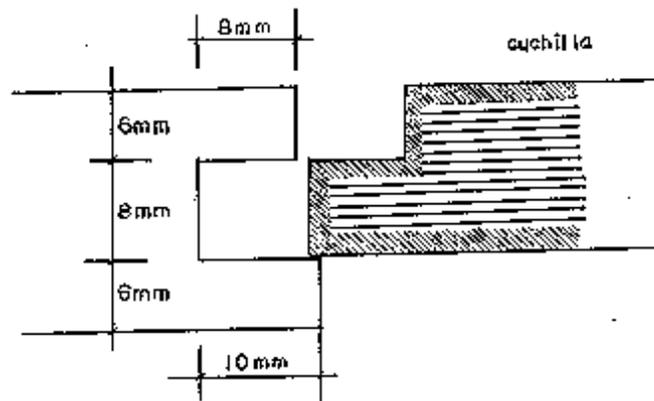


Figura N°19 Cuchilla para Ensavo de Machihembrado

3.12.1 Probetas.

Se utilizaron 3 probetas por árbol, de madera seca a un contenido de humedad en equilibrio, 100 cms de longitud, 7.5 cms de ancho, 2 cms de espesor, con los tres tipos de orientación (radial, tangencial, oblicua). Se podrán utilizar las probetas de cepillado.

3.12.2 Procedimiento.

- Se ensayaron con una sola cuchilla sobresalida y las otras escondidas (contrapeso).
- El ángulo de corte se medirá con respecto al filo a1 de la cuchilla más sobresaliente y el centro del radio como se indica en la Figura.

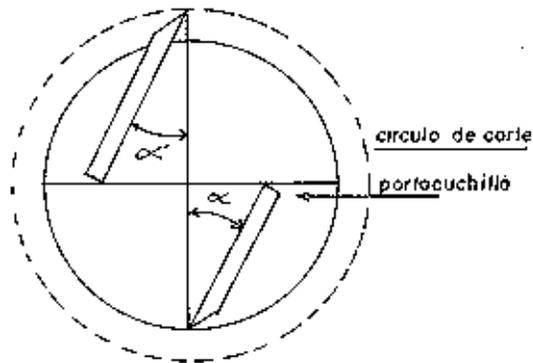


Figura N° 20 Ensayo de Moldurado en Cuchilla Sobresalida

- La cuchilla se proyectará como mínimo 13 mm.
- Se ensayaron longitudinalmente en el canto de la probeta y se ajustará inicialmente la alimentación para obtener una marca de cuchilla de un milímetro, para luego buscar mejores resultados con marcas más grandes o pequeñas.
- Se ensayaron en caras opuestas para obtener resultados a favor y contra el grano.

3.12.3 Calificación.

- Zona 1: (la parte más corta de 8 mm.) astillado y los defectos similares acepillado o sea vellosidad, arrancado o grano levantado.
- Zona 2: (la parte más larga, de 10 mm) astillado y vellosidad.
- Las probetas se clasificaron en 5 grados en orden creciente según la presencia, frecuencia y magnitud de los defectos mencionados. Se podrá medir la longitud y el número de astillas por metro lineal.

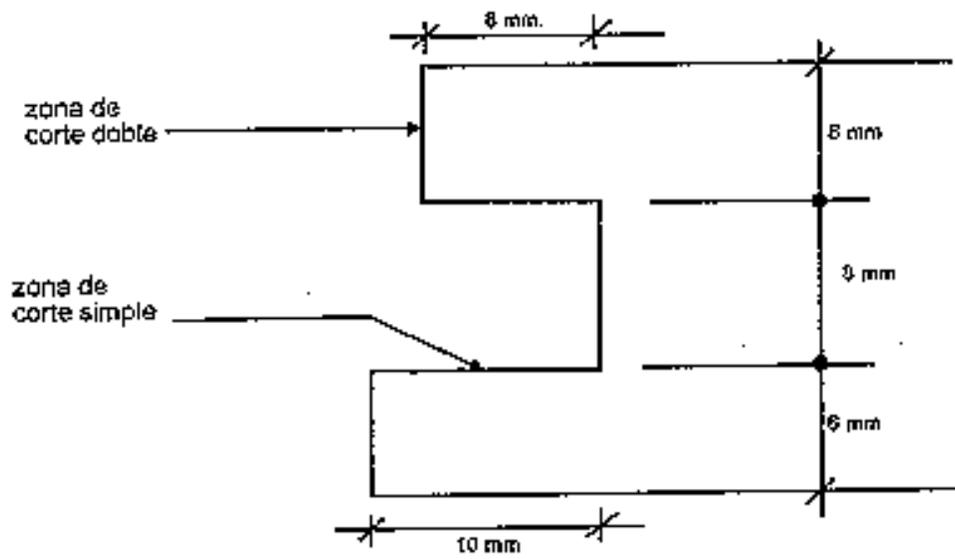


Figura N° 21 Zonas de Calificación de Probetas de Moldurado.

3.13 Clasificación de los defectos en base a su extensión y severidad.

Cuadro N° 9 Extensión y severidad de los defectos.

Extensión del defecto	Categoría	Severidad del defecto	Categoría
1 /5.	1	Libre de defecto	1
2/5.	2	Muy superficiales	2
3/5.	3	Marcado	3
4/5.	4	Pronunciados	4
5/5.	5	Muy pronunciados	5

Fuente Zavala Z.D (1976)

Cuadro N° 10 Grado, calificación, área de defecto en %, gravedad del defecto.

GRADO	CALIFICACION	AREA DE DEFECTO EN %	GRAVEDAD DEL DEFECTO
1	Excelente	0-4	Muy leve
2	Buena	5.-35	Leve
3	Regular	36-69	Acentuado
4	Mala	70-89	Grave
5	Deficiente	90-100	Muy grave

Fuente *Zavala Z.D (1976)*

3.13.1 Sistema de evaluación de probetas de maquinado.

Cuadro N° 11 Sistema de evaluación de probetas de maquinado.

Extensión	severidad	combinación	promedio	Categoría
1	1	1—1	1	I
2	2	2—2	2	II
3	3	2—3	2.5	II
4	4	3—2	2.5	II
5	5	3—3	3	III
		3—4	3.5	III
		4—2	3	III
		4—3	3.5	III
		5—2	3.5	III
		3—5	4	IV
		4—4	4	IV
		4—5	4.5	IV
		5—3	4	IV
		5—4	4.5	IV
		5—5	5	V

Fuente *Zavala Z.D (1976)*

3.13.2 Rango, calidad, grado.

Cuadro N° 12 Rango, calidad, grado.

Rango	Calidad	Grado
0.0 - 1.0	Excelente	1
1.0 - 2.0	Buena	2
2.0 - 3.0	Regular	3
3.0 - 4.0	Mala	4
4.0 - 5.0	Deficiente	5

Fuente *Zavala Z.D (1976)*

3.14 Calificación de probetas en función del porcentaje de piezas libres de defecto.

Cuadro N°13 Porcentaje de piezas sin defecto.

CALIFICACION	CARACTERISTICAS	% PIEZAS
Excelente	Sin defectos	90-100
Bueno	Con defectos lijeros	80-90
Regular		60-80
Pobre	Con defectos severos	50-60
Muy pobre		0-50

Fuente *Zavala Z.D (1976)*

4.- Resultados y discusión.

Los resultados obtenidos de los diferentes ensayos de cepillado, taladrado, lijado, torneado y moldurado fueron los siguientes:

Nombre común: Aliso

Nombre científico: *Alnus acuminata* H.B.K.

4.1 Resultados de ensayos de cepillado.

Clasificación velocidad constante 12 m/min													
ESTADO DE LA MADERA	Angulo	Tangencial		Tangencial		Radial		Radial		Oblicuo		Oblicuo	
		→		←		→		←		→		←	
MADERA SECA	30°	2,0 0,66 9	2,0 1,7 3	2,05 0,76 9	1,88 1,73 3	1,44 0,72 9	1,44 1,73 3	1,50 0,61 9	1,55 1,35 3	2,27 0,79 9	2,33 1,88 3	2,72 0,26 9	2,66 1,75 3
MADERA SECA	15°	2,66 0,82 9	2,66 2,16 3	2,72 0,61 9	2,88 2,20 3	2,50 1,03 9	2,55 2,05 3	2,50 0,5 9	2,77 2,05 3	2,44 0,52 9	2,55 2,00 3	2,50 0,5 9	2,44 2,05 3

Fuente (*elaboración propia. 2017*)

X	X%
S%	SD
N	K

X	Promedio de los grados de defecto
X%	Promedio de los porcentajes de extensión del defecto
S%	Desviación estándar entre probetas
SD	Defecto dominante
N	Numero de probetas
K	Numero de arboles

En condiciones de cepillado la madera de Aliso (*Alnus acuminata*) HBK se considera dentro del grado de calidad de buena a regular, por lo que presenta defectos superficiales, considerando que en un porcentaje de 60 a 80 % libre de defecto.

4.1.1 Reporte de defectos secundarios del cepillado.

PROBETAS	ORIENTACION	SENTIDO	CALIFICACION			
			Grano astillado	Grano arrancado	Grano veloso	Grano levantado
9	Tangencial	→ A favor del Grano		0,40 Excelente	1,55 Buena	0,33 Excelente
9	Tangencial	← En contra del grano		0,70 Excelente	1,10 Buena	0,22 Excelente

Fuente (elaboración propia)

PROBETAS	ORIENTACION	SENTIDO	CALIFICACION			
			Grano astillado	Grano arrancado	Grano veloso	Grano levantado
9	Radial	→ A favor del Grano		0,50 Excelente	2,20 Regular	0,40 Excelente
9	Radial	← En contra del grano		0,20 Excelente	1,30 Buena	0,44 Excelente

Fuente (elaboración propia)

PROBETAS	ORIENTACION	SENTIDO	CALIFICACION			
			Grano astillado	Grano arrancado	Grano veloso	Grano levantado
9	Oblicuo	→ A favor del grano		0,33 Excelente	1,77 Buena	0,44 Excelente
9	Oblicuo	← En contra del grano		0,11 Excelente	1,65 Buena	0,22 Excelente

Fuente (elaboración propia)

Los defectos más frecuentes fueron de grano arrancado, grano levantado, los cuales se encontraban dentro del rango de 0-1 por lo que se los podía considerar como calidad de excelente.

Dentro del rango 1-2 se consideró al grano veloso como defecto más dominante categorizado como calidad de bueno.

Nombre común: Aliso.

Nombre científico: *Alnus acuminata* H.B.K.

4.2 Resultados de ensayos de taladrado.

REVOLUCION	Tiempo de penetración en segundos						Calificación					
	Tangencial		Radial		Oblicuo		Tangencial		Radial		Oblicuo	
500 RPM	12,48	1,39	16,46	0,46	13,83	0,35	1,66	0,57	2,66	0,57	3,0	1,0
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1000RPM	6,27	1,06	8,23	1,01	7,98	0,52	2,33	0,57	2,66	1,15	2,0	0,0
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente (*elaboración propia. 2017*)

O	S
N	K

O	Promedio de los tiempos
D	Desviación estándar entre los huecos
N	Numero de probetas
K	Numero de arboles

Los resultados del ensayo de taladrado considerando la orientación y el número de revoluciones por minuto concluyo que a mayor velocidad de giro los defectos resaltan más, lo contrario que en el de menor velocidad donde los defectos aumentaron gradualmente según la orientación de la probeta. Categorizada en el rango 2-3 como de calidad regular.

4.2.1 Reporte de defectos secundarios del taladrado.

PROBETAS	ORIENTACION	CALIFICACION			
		Grano astillado	Grano arrancado	Grano veloso	Grano levantado
3	Tangencial	3,33 Mala	3,00 Mala	2,30 Regular	2,30 Regular

Taladrado en corte tangencial defecto dominante grano astillado categorizado como calidad de mala.

PROBETAS	ORIENTACION	CALIFICACION			
		Grano astillado	Grano arrancado	Grano veloso	Grano levantado
3	Radial	3,33 Mala	3,33 Mala	2,00 Buena	2,00 Buena

Taladrado en corte radial defecto dominante grano astillado y grano arrancado categorizada como calidad de mala.

PROBETAS	ORIENTACION	CALIFICACION			
		Grano astillado	Grano arrancado	Grano veloso	Grano levantado
3	Oblicuo	3,30 Mala	2,30 Regular	2,00 Buena	2,30 Regular

Taladrado en corte oblicuo, defecto dominante grano astillado categorizado como calidad de mala.

Nombre común: Aliso.

Nombre científico: *Alnus acuminata* H.B.K.

4.3 Resultados de ensayos de torneado.

ANGULO DE CORTE	CORTE PARALELO AL GRANO				
	Tiempo (seg)	Numero de probetas	Numero de arboles	Defecto de grano arrancado	Defecto de grano vellosos
ANGULO DE 0°	33,623	3	3	3,66	3,16
	2,510			0,28	0,28
ANGULO DE 15°	19,365	3	3	4,16	3,33
	1,089			0,28	0,28
ANGULO DE 40°	41,399	3	3	4,83	3,16
	9,131			0,28	0,28

Fuente (*elaboración propia. 2017*)

O(t)	O (t)	0 (t) es el promedio de los tiempos en segundos.
S(t)	S (t)	S (t) es la desviación estándar entre probetas
O(g)	O (g)	0 (g) es el promedio de los grados del defecto.
S(g)	S (g)	S (g) es la desviación estándar entre probetas.

Los resultados del ensayo de torneado según el ángulo de corte fueron negativos ya que se pudo categorizar en un rango de 3-4 y 4-5 calificándola como calidad mala y deficiente. Dándole un porcentaje de piezas sin defecto menos al 50%

Nombre común: Aliso Colorado

Nombre científico: *Alnus acuminata* H.B.K.

4.4 Resultados de ensayos de lijado.

ORIENTACION	DEFECTOS				VELOCIDAD DE ENSUCIAMIENTO	FACILIDAD DE REMOCION DE SUCIEDAD	VELOCIDAD DE DESGASTE ABRASIVO	TEMPERATURA DE LA LIJA		
	Rayado		Vellosidad							
	→ A favor del grano	← En contra del grano	→ A favor del grano	← En contra del grano						
TANGENCIAL	1,66 9	0,50 3	1,72 9	0,44 3	1,44 9	0,52 3	1,83 9	0,50 3	A	
RADIAL	1,44 9	0,52 3	1,77 9	0,44 3	1,83 9	0,50 3	1,88 9	0,60 3	A	
OBLICUO	1,44 9	0,52 3	1,66 9	0,50 3	1,44 9	0,52 3	1,88 9	0,33 3	A	

Fuente (*elaboración propia. 2017*)

O	S
N	K

A = Alta
B = Mediana
C = Baja

O	Valor promedio de los grados de defecto
S	Desviación estándar entre probetas
N	Numero de probetas
K	Número de árboles

Los resultados del ensayo de lijado fueron positivos en los dos defectos a analizar dando un rango entre 1-2 calificándola como buena. Con un porcentaje de piezas libre de defecto de 80-90 %.

Nombre común: Aliso.

Nombre científico: *Alnus acuminata* H.B.K.

4.5 Resultados de ensayos de moldurado.

Calificación en corte doble.

sentido	Ancho marca (mm)			CALIFICACION								
				CORTE DOBLE								
	T	R	O	TANGENCIAL			RADIAL			OBLICUO		
				AST	ARR	VELL	AST	ARR	VELL	AST	ARR	VELL
→ A favor del grano	1	1	1	2,83	2,66	2,5	2,33	2,66	2,83	2,33	3	2,66
				0,57	0,28	0,5	0,28	0,28	0,28	0,28	0,5	0,28
				3,3	3	2,66	2,6	3	3,66	2,66	3,33	3
				0,57	0	0,57	0,57	0	0,57	0,57	0,57	0
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
← En contra del grano	1	1	1	3,33	3,5	3,5	2	2,33	2,33	3,16	3	2,83
				0,28	0,28	0,5	0	0,28	0,28	0,28	0	0,76
				3,66	3,33	3,66	2	2,33	2,66	3,33	3,66	3,33
				0,57	0,57	0,57	0	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
				3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente (*elaboración propia. 2017*)

Calificación en corte simple.

sentido	Ancho marca (mm)			CALIFICACION								
				CORTE SIMPLE								
	T	R	O	TANGENCIAL			RADIAL			OBLICUO		
				AST	ARR	VELL	AST	ARR	VELL	AST	ARR	VELL
→ A favor del grano	1	1	1									
				2,33	2,33	2,33	3,16	2,33	2,66	2,33	2,33	2,33
				0,28	0,57	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,57	0,28
				2,66	2,33	2,33	3	2,66	2,66	2,66	2,33	2,33
				0,57	0,57	0,57	0	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
← en contra del grano	1	1	1	2,83	2,33	2,6	3	2,66	2,5	2,83	2,33	2,6
				0,28	0,28	0,28	0,5	0,28	0	0,28	0,28	2,28
				2,66	2,33	3	2,66	2,66	3	2,66	2,33	3
				0,57	0,57	0	0,57	0,57	0	0,57	0,57	0
				3	3	3	3	3	3	3	3	3
				3	3	3	3	3	3	3	3	3

Fuente (elaboración propia. 201)

O(g)	O(g)	Promedio de los grados del defecto
S(g)	S(g)	Desviación estándar entre probetas del grado.
O(%)	O(%)	Promedio del porcentaje de extensión del defecto.
S(%)	S(%)	Desviación estándar entre probetas de la extensión.
N	N	Número de probetas
K	K	Número de árboles

El resultado del ensayo de moldurado considerando la dirección del grano, orientación de la probeta y tipo de corte se lo pudo calificar en un rango de 2-3 y 3-4 considerándola de calidad regular a mala. Con un porcentaje de piezas libre de defecto 50-60 %.

5.- Conclusiones y recomendaciones.

5.1 Conclusiones.

Durante la ejecución de las operaciones de maquinado y la experiencia adquirida en el Laboratorio de Trabajabilidad de la Madera y la carpintería del Sr. Marcelino Martínez Quiroga. Para desarrollar los ensayos de trabajabilidad de Cepillado, Moldurado, Torneado, Taladrado y Lijado, con la aplicación de la norma correspondiente se alcanzaron los siguientes resultados:

- El ensayo de cepillado para la especie Aliso (*Alnus acuminata*) HBK correspondiendo a una clasificación de buena a regular por lo que presenta defectos superficiales, considerando que corresponde a un porcentaje de 60 a 80 % libre de defecto.

Los defectos más frecuentes fueron de grano arrancado, grano levantado, y grano velloso, el más reincidente fue el grano velloso dentro del rango 1-2 por lo que se considera una categorización de calidad buena.

- El comportamiento de la madera en la operación del taladrado, muestra que es muy propensa a sufrir astillamiento, grano arrancado, grano velloso y levantado. El defecto de mayor consideración es el grano astillado que está en un rango de 3-4 considerado como calidad de mala. En general la madera de Aliso en el ensayo de taladrado se la pudo considerar dentro del grado de calidad 3 que corresponde a regular. Con un porcentaje de piezas libre de defecto de 60-80 %.
- El comportamiento de la madera en la operación de lijado dando un rango entre 1-2 califica en el grado de calidad 2 que corresponde a buena. Con un porcentaje de piezas libre de defecto de 80-90 %. El rayado y la vellosoidad corresponden dentro de la categoría de bueno.

- El comportamiento de la madera en la operación de torneado, observando el grano arrancado y grano velloso se pudo categorizar en un rango de 3-4 y 4-5 calificándola en un grado que corresponde a mala y deficiente. Dando un porcentaje de piezas sin defecto menor al 50%.
- El comportamiento de la madera en la operación de moldurado observando el grano astillado, el grano arrancado, el grano velloso se lo pudo calificar en un rango de 2-3 y 3-4 considerándola el grado de calidad que corresponde a regular a mala. Con un porcentaje de piezas libre de defecto 50-60 %.

Todas las íprobetas se trabajaron con un contenido de humedad menor al 15%.

Considerando todos los aspectos observados se puede determinar que la madera de Aliso (*Alnus acuminata*) HBK tiene una buena trabajabilidad en el maquinado, tanto en cepillado y lijado. Regular en taladrado y moldurado y mala en torneado. Por lo cual se puede utilizar para realizar o elabora muebles y recomendar para la ebanistería en general.

5.2 Recomendaciones.

- Al momento de cortar los árboles se recomienda hacer cortes limpios para evitar que se astille el mismo al momento de caer.
- Orientar bien las trozas para obtener probetas libres de defecto y con su orientación correspondiente.
- Realizar tratamientos profilácticos a la madera ya aserrada de este modo evitar la invasión de hongos u otros agentes patógenos. Parafinear los extremos de la madera aserrada con el fin de evitar que se rajen.
- Aserrar la madera a sobre medida para hacer secar al aire libre hasta que alcance su contenido de humedad según la norma (menor a 15% optima al 12%).

- Usar maquinaria y herramientas siguiendo normas de seguridad de este modo así evitar accidentes e inconvenientes que pongan en riesgo la salud del operador.
- Usar maquinaria y herramienta según indique la norma o que presenten proximidad a las ya mencionadas así de este modo obtener resultados más precisos.
- Realizar estudios comparativos de trabajabilidad del Aliso (*Alnus acuminata*) HBK provenientes de otras zonas con diferencia altitudinales y variación climática diferente.