

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa - Participante ESTRANGEIRO

**DETERMINACIÓN DEL TIPO Y CANTIDAD DE DESPERDICIOS
GENERADOS EN UNA FÁBRICA DE CABOS DE MADERA PARA
HERRAMIENTAS¹**
**DETERMINATION OF THE TYPE AND QUANTITY OF WASTE GENERATED
IN A WOOD TOOL FACTORY**

Rubén Darío Morel², Sebastián Federico Kolodziej³, Eugenio Rubén Cruz⁴

¹ Trabajo de Investigación desarrollado en el Laboratorio Ambiental de la Facultad de Ingeniería.

² Docente Auxiliar Facultad de Ingeniería UNaM

³ Docente Investigador Facultad de Ingeniería - UNaM

⁴ Docente Investigador Facultad de Ingeniería - UNaM

Resumen

La industria maderera se caracteriza por generar grandes volúmenes de residuos durante el proceso de producción. En este estudio se plantea analizar los residuos que se generan en una industria maderera que se dedica a la fabricación de cabos para herramientas. El objetivo principal es determinar el porcentaje de desperdicios que se originan durante el proceso de elaboración de los cabos. El análisis se basa en mediciones tomadas a una muestra aleatoria y se desarrolla en distintos puntos del proceso productivo, desde el ingreso de la materia prima hasta obtener el producto final. La empresa analizada, elabora cuarenta tipos de cabos y posee una configuración productiva en bach, la misma trabaja por pedidos o para stockear. Cada producto tiene sus medidas específicas de corte en las distintas operaciones por donde pasa la materia prima y subproductos. Los rollos de madera son comprados a vendedores de la zona y los mismos son cortados a medida antes de ingresar a la línea de producción. La planta cuenta con cuatro sectores bien definidos, en cada uno de los cuales se producen distintos tipos de desperdicios, que, de acuerdo al tratamiento actual y particular que le da la empresa se los puede clasificar como desperdicio de valor y otros como residuo final. Los desperdicios de valor son aquellos que se producen en las sierras como: los costeros, tablas de descartes, recortes y retazos, estos son destinados a la venta como leña, o para carpinterías u olerías según sea el tipo de desperdicio. El aserrín y virutas son los residuos finales que son quemados o acumulados en un determinado sector. Los porcentajes que representan estos tipos de desperdicios son de carácter importante, dado que en función de los estudios y consideraciones realizadas en relación a la muestra que se ha tomado como referencia, indica que solo se está aprovechando aproximadamente un 16.50 % del total de la materia prima que ingresa a la línea de producción.

Palabras claves: *Cabos de madera; Residuos; Subproductos*

Abstract

The timber industry is characterized by generating large volumes of waste during the production

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa - Participante ESTRANGEIRO

process. This study proposes to analyze the waste generated in a timber industry that is dedicated to the manufacture of tool ends. The main objective is to determine the percentage of waste that originates during the process of making the ends. The analysis is based on measurements taken from a random sample and is carried out at different points in the production process, from the entry of the raw material to the final product. The company analyzed, elaborates forty types of ends and has a productive configuration in batch, it works by orders or to stock. Each product has its specific cutting measures in the different operations through which the raw material and by-products pass. Wooden rolls are purchased from local vendors and they are cut to size before entering the production line. The plant has four well-defined sectors, in each of which different types of waste are produced, which, according to the current and particular treatment given by the company, can be classified as value waste and others as final waste. Value wastes are those that occur in the mountains such as: coastal, discard tables, clippings and scraps, these are intended for sale as firewood, or for carpentry or olería depending on the type of waste. Sawdust and shavings are the final waste that is burned or accumulated in a certain sector. The percentages that represent these types of waste are of an important nature, since depending on the studies and considerations made in relation to the sample that has been taken as a reference, it indicates that only approximately 16.50% of the total matter is being used premium that enters the production line.

Keywords: *Wooden capes; Waste; By-products*

1. Introducción

Si bien hoy en día existen diferentes alternativas de reaprovechamiento de los residuos generados en la industria de la madera (Fregoso-Madueño, y otros, 2017), muchos establecimientos no dan un tratamiento adecuado a los mismos y tienen como destino final la quema o el depósito a cielo abierto (Cohen, Kolodziej, & Cruz, 2017). Esta situación es el reflejo de la poca importancia que le dan los establecimientos madereros a los residuos que generan, ya que la gran mayoría desconoce incluso qué porcentaje de la madera que ingresa en forma de rollo es transformada en el producto final y cuánto termina como residuo o productos secundarios de menor valor de venta.

En el proceso de transformación de la madera, se generan diferentes tipos de residuos, los cuales representan un volumen importante (Soto & Nuñez, 2008). El aserrín es uno de los principales residuos de la industrialización primaria del rollizo, aunque también se obtiene en la remanufactura, pero en menor medida. En los primeros cortes se descartan los contornos del rollo (corteza principalmente y parte de madera) al cual se denomina costero. En los procesos de remanufactura el mayor subproducto es la viruta como resultado de la elaboración de maderas cepilladas, fresados, etc. Además, se obtienen recortes de puntas y extracción de nudos (Marek, 2010).

En el presente trabajo se plantea el análisis de los residuos generados en una empresa que se

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa - Participante ESTRANGEIRO

dedica a la elaboración y distribución de cabos de madera para herramientas, la misma está emplazada en la ciudad de Oberá, Misiones, Argentina en una zona rural. Esta empresa elabora distintos tipos de cabos clasificados en 11 grupos y a su vez estos están diferenciados en cabos largos y cabos cortos. Sus productos son vendidos en la provincia y en distintos puntos del país.

Se trabaja principalmente con madera nativa de la región, sin tener asignadas maderas específicas para cada tipo de producto, es decir, los cabos pueden ser elaborados con cualquiera de los tipos de madera que se compran. Las especies de maderas que se utiliza son; Guatambú, Rabo, Aguaí, Canela, Alecrín, Eucaliptus y Guayubirá. Los rollos de madera se adquieren en las dimensiones previamente especificadas por la empresa, teniendo como mínimo una longitud de 1 m de largo y 0,26 m de diámetro. Para los rollos de mayor dimensión se procede a cortarlo en medidas adecuadas antes de pasar por la sierra sinfín, que es donde se saca los costeros y se producen las tablas.

El objetivo principal de este estudio es determinar el porcentaje de desperdicios que se originan durante el proceso de elaboración de los cabos. El análisis se basa en mediciones tomadas a una muestra aleatoria y se desarrolla en distintos puntos del proceso productivo, desde el ingreso de la materia prima hasta obtener el producto final.

1.1 Productos Elaborados

La empresa se dedica a la elaboración de mangos para herramienta (cabos) utilizando como materia prima rollos de distintos tipos de madera. En la tabla 1 se presenta un listado de los productos que elabora, teniendo un total de 40 tipos de cabos clasificados en 11 grupos.

Tabla 1: Lista de Cabos para herramientas que elabora la empresa analizada

GRUPO	PRODUCTO
1	Cabo de hacha 90,70 y 35 cm
2	Cabo de Pico 90 cm
3	Cabo de Pala 60, 70 y 120 cm
4	Puño de Cuchara y Cucharín de albañil
5	Cabo recto para Maza de 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 y 90 cm
6	Cabo Martillo carpintero recto 25, 30, 35 y 40 cm. Galponero 35 cm
7	Cabo de Azada 135 cm.
8	Cabo de Horquilla 150 y 165 cm
9	Cabo de Rastrillo 120, 135 y 150 cm. Escardillo 120 cm
10	Cabo de Barrehojas 120 cm, con rosca
11	Cabo Barrendero 135 y 150 cm

Los productos que se fabrican se pueden clasificar como cabos largos y cabos cortos, los de 90 cm de longitud y superiores a esta longitud se consideran cabos largos, y los de 70 cm y de longitud

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa - Participante ESTRANGEIRO

menor entran en el grupo de cabos cortos. Aquellos cabos con una longitud de 90 cm o mayor son elaborados a partir de tornos copiadores, mientras que los de menor longitud son fabricados en la fresadora y en algunos casos como los cabos para maza, pasan por ambas máquinas. Un lote de un tipo de mangos, puede estar compuesto por cabos de distinta madera, dado que no se tiene una selección específica de madera para cada mango de herramienta.

1.2 Distribución de los Sectores y Proceso productivo

La empresa cuenta con cuatro sectores bien definidos. Uno de los sectores es donde se ubica la materia prima y se corta con motosierra a la medida especificada en función de la producción del día. El sector número dos, está conformado por los equipos de aserrado, donde se producen las tablas y lingotes para la elaboración de cabos largos como también las cañas para los cabos cortos. El sector tres está conformado por los tornos copiadores, la fresadora, la lija de banda, el tambor giratorio de parafina y la taruguera. El sector cuatro está compuesto por la tupi, donde se maquinan algunos tipos de cabos para martillos y mazas; se tiene también la fresa para el despuntado de los cabos de azada, el taladro vertical y la afiladora de la sierra sinfín.

Gran parte del sector número dos se lo utiliza para ubicar los recortes, retazos y tablas que son las partes que se descartan del proceso. Algo similar ocurre en el sector cuatro, que se utiliza para acumular productos defectuosos.

El depósito de productos terminados, se encuentra en otro nivel y los productos elaborados se transportan en cajas de madera o pallets hasta el mismo. A los sectores antes mencionados se agrega un depósito de herramientas.

El proceso productivo es similar para los distintos tipos de cabos de herramientas y por lo general pasan por los mismos equipos. De manera sintética, el proceso productivo de los cabos largos consiste en:

1. Los Rollos pasan por la sierra sinfín para producir las tablas a medidas específicas de espesor.
2. Las tablas pasan por la sierra circular y se elaboran los lingotes para cabos largos. Estos lingotes se elaboran a través de matrices que dan las dimensiones en función del tipo de cabo largo a producir.
3. Los lingotes son operados en los tornos copiadores según sea el tipo de cabo a elaborar.
4. La mayoría de los cabos largos que salen de los tornos copiadores pasan directamente a la lijadora de banda y los otros pasan por otras operaciones como un cilindrado o despuntado antes de pasar por la lijadora.
5. Los productos son llevados a depósito.

De igual manera si se describe el proceso productivo de los cabos cortos se tiene:

1. Los Rollos pasan por la sierra sinfín para producir las tablas a medidas específicas de espesor.

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa - Participante ESTRANGEIRO

2. Las tablas pasan por la sierra circular y se elaboran los lingotes para cabos cortos. Estos lingotes por lo general tienen la misma longitud.
3. Los lingotes son operados en la escuadradora y se producen las cañas para cabos cortos. En función del tipo de cabo a elaborar, las cañas se producen a través de matrices que le da la geometría característica de cada cabo.
4. Las cañas son operadas en la fresadora.
5. Luego de la fresadora dependiendo del tipo de cabo, algunos pasan directamente a la lijadora de banda y los otros primeramente pasan por un despunte o terminación antes de pasar a la lijadora.
6. Los productos son llevados a depósito.

2. Metodología

Para conocer la cantidad de desperdicios que se genera en el proceso de producción de cabos de madera para herramientas, se ha hecho el seguimiento de la línea de producción de un día de trabajo. Cabe resaltar que la manera de operar de la empresa es elaborar un tipo de cabo por día, ya sea para cumplir con los pedidos o bien para stockear.

Para llevar a cabo el análisis primeramente se realizó la identificación de los distintos tipos de residuos que se generan en cada sector. Para la cuantificación de los residuos se tomaron las medidas del rollo antes de ingresar al proceso y del producto resultante en cada máquina, para lo cual se tomaron muestras aleatorias. Las dimensiones se tomaron utilizando cinta métrica y calibres.

En la primera etapa se seleccionaron cinco rollos uno a continuación del otro, dispuestos a pasar por la sierra sinfín con el objetivo de seguir la línea de producción hasta conseguir los cabos terminados y de esta manera conocer los desperdicios que se generan en las distintas operaciones. Con las dimensiones que se tomaron durante el muestreo se determinó el volumen de los productos y subproductos y se calculó la cantidad de desperdicios por diferencia de volumen.

Se optó por tomar siete puntos de toma de medidas de tal manera de conocer los subproductos y los desperdicios.

En todos los casos fueron medidos los productos en proceso, como así también los descartes o residuos obtenidos. En cada punto se tomaron las dimensiones de longitud, perímetro o diámetro en función del tipo de producto que era medido.

Finalmente se tomaron las dimensiones de los cabos terminados, tanto de los cabos largos como de los cortos que se lograron elaborar a partir de los cinco rollos seleccionados al inicio de la línea de producción.

Los productos terminados que se elaboraron a partir de los 5 rollos de la muestra fueron: Cabo

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa - Participante ESTRANGEIRO

para pala, cabo para maza, cabo para puño de pala, cabo para martillo carpintero, cabo para azada común y cabo para pico.

Todas las mediciones se realizaron con el fin de calcular los volúmenes de cada parte y por diferencia de los mismos, poder conocer la pérdida de material. Para el cálculo de volumen de los cabos ya terminados se ha utilizado el software SOLIDWORK 2015, en el cual se fueron dibujando los productos, subproductos y residuos en función de las medidas tomadas.

3. Resultados

En función de que se quiere conocer la cantidad y tipo de desperdicios que se generan durante el proceso de elaboración de los cabos; se procedió a analizar cuáles son aquellos elementos de salida en cada operación que se pueden catalogar como desperdicios, entendiéndose a este último como el porcentaje de material que no es reutilizado o reprocesado para la obtención de algún tipo de cabo u otro producto.

Los tipos de desperdicios que se generan durante el proceso de elaboración de los cabos son:

- Costeros: Es la parte del rollo que se descarta en el centro de trabajo de la sierra sinfín, se puede decir que es la cantidad de corteza total más un porcentaje de madera.
- Tablas de descarte: Estas tablas también se producen en el centro de trabajo de la sierra sinfín, en función del cabo que se va a producir, los rollos son cortados en un espesor específico para conseguir las tablas que pasan al sector de la sierra circular. Al final del proceso de corte de cada rollo suelen obtenerse tablas que no cumplen con el espesor específico y por lo tanto se descartan.
- Recortes: Estos se producen en el sector de la sierra circular de banda cuando se cortan las tablas para lingotes que provienen de la sierra sinfín, como los lingotes deben presentar una longitud determinada y a su vez una geometría específica para cada caso, es ahí donde se producen los recortes, los cuales son descartados.
- Retazos: Se producen en el centro de trabajo de la escuadradora, al conseguir las cañas, estos deben cumplir con una geometría específica según sea el caso, y una longitud determinada. Si bien en este sector se reaprovecha el máximo material posible, se suelen generar retazos de caña los cuales son descartados.
- Virutas y Aserrín: La viruta y aserrín son desperdicios que se tiene en todos los centros de trabajo, es el resultado de las operaciones de corte, cepillado y/o lijado en las distintas operaciones.

En la Tabla 2 los porcentajes de desperdicios que se generan en cada uno de los centros de trabajo analizados.

Tabla 2: Porcentaje de desperdicios que se genera en cada centro de trabajo

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa - Participante ESTRANGEIRO

CENTRO DE TRABAJO	DESPERDICIOS	%
SINFÍN	Costeros	19
	Tablas de descarte	8
	Virutas y Aserrin	-
CIRCULAR	Recortes	19
	Virutas y Aserrin	13
ESCUADRADORA	Retazos, Virutas y Aserrin	6,7
DESDE TORNOS HASTA EL PRODUCTO FINAL	Virutas y Aserrin	9
DESDE LA FRESADORA HASTA EL PRODUCTO FINAL	Virutas y Aserrin	9
Total de Desperdicios		83,7

El porcentaje de virutas y aserrín que se genera en el centro de trabajo de la sierra sinfín no se ha logrado determinar.

En función del análisis realizado se pudo determinar que el porcentaje de desperdicio total que se genera en la elaboración de los cabos que son objeto de estudio es de: 83,7 %

Otra manera de interpretar estos resultados es decir que solo el 16,30 % representa el volumen de los productos terminados.

Entre los usos actuales que se les dan a los distintos residuos mencionados, se puede destacar: todo lo que se produce en recortes y retazos (25% aproximadamente) se vende como leña a clientes de la zona. Los costeros (19%) son acumulados en el sector de materia prima y se vende a las pequeñas olerías de la zona. Las tablas de descartes (8%) son vendidas a pequeñas carpinterías. Los que se produce en virutas y aserrín son quemados en el horno y otra cantidad son acumulados. En todos los casos los residuos generados, aunque se los venda como subproductos, representan un porcentaje muy superior al producto principal que elabora la empresa analizada.

4. Conclusiones

En función del estudio realizado para lograr conocer el porcentaje de desperdicio que se produce en la carpintería se ha llegado a la conclusión que el mismo representa un 83,7 % del total de materia prima que ingresa al sistema productivo. Es importante resaltar que el estudio se ha realizado en función de los datos obtenidos a partir de una muestra de un día de producción, es decir, a partir de cinco rollos de madera seleccionado aleatoriamente. Se ha hecho el seguimiento de los mismos y determinado cuántos cabos se han elaborado a partir de los mismos, y por consiguiente conocer cuánto material se ha transformado en desperdicio.

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa - Participante ESTRANGEIRO

Algunos tipos de desperdicios son vendidos como leña, como los recortes y retazos que se generan en los sectores de las sierras circulares de banco, otros son vendidos a las olerías como es el caso de los costeros y todo lo que se produce como aserrín y virutas es acumulado y posteriormente incinerado. Es importante resaltar que estos desperdicios se acumulan diariamente

ocupando un espacio importante en la planta.

Teniendo bien identificados los puntos donde se producen estos desperdicios se puede actuar sobre estos y analizar si es posible lograr una disminución de los mismos en conjunto con una mayor producción.

En función de los resultados de la muestra, se plantea buscar alternativas para la minimización o reaprovechamiento de los desperdicios que, dado el porcentaje obtenido, este se puede disminuir actuando en los puntos de generación, haciendo un estudio detallado de los procedimientos de elaboración, y evaluar otro tipo de tratamiento.

Como lineamiento futuro, un estudio más detallado es realizar el seguimiento de la totalidad de productos que se elaboran en un día de producción con el total de materia prima que ingresa al sistema. Y por otro lado realizarlo para cada tipo de cabo que se produce, lo que implica, teniendo en cuenta que se elaboran cuarenta tipos de cabos, un estudio de aproximadamente un mes y medio de duración en tomas de datos. De esta manera se podrá conocer con más exactitud cuánto material realmente se está aprovechando en un día de producción, y por otro lado cuanto de material se aprovecha y cuanto se pierde en la elaboración de cada cabo en particular.

Como toda organización lo que pretende es generar ingresos, en función de los resultados también se puede analizar la posibilidad de darle otro valor económico a los desperdicios, un valor mayor al que tienen como leña, transfórmalos en chips, briquetas o pellets y venderlos a las industrias de la zona, siempre y cuando la producción y logística resulte viable.

Referencias.

Cohen, R., Kolodziej, S., & Cruz, E. (2017). Propuesta de Indicadores Ambientales para el Seguimiento y Control del Impacto Ambiental del Sector Industrial. X Simposio Internacional de Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias 2017. Oberá: SIII.

Fregoso-Madueño, J., Goche-Télles, J., Rutiaga-Quiñones, J., González-Laredo, R., Bocanegra-Salazar, M., & Chávez-Simental, J. (2017). Alternative uses of sawmill industry waste. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 243-260.

IPEC. (6 de Mayo de 2015). Gran Atlas de Misiones: Instituto Provincial de Estadísticas y Censos. Obtenido de Instituto Provincial de Estadísticas y Censos: <http://www.ipecmisiones.org/gran-atlas-de-misiones>

Bioeconomia:
DIVERSIDADE E RIQUEZA PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

SALÃO DO UNIJUI 2019
CONHECIMENTO

21 a 24 de outubro de 2019

XXVII Seminário de Iniciação Científica
XXIV Jornada de Pesquisa
XX Jornada de Extensão
IX Seminário de Inovação e Tecnologia

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa - Participante ESTRANGEIRO

Marek, M. (28 de Mayo de 2010). Censo Foresto-Industria 2010. Disponibilidades de residuos forestales en la zona tealera, 11. Obera, Misiones, Argentina: Sistema de información Foresto-Industrial de la Provincia de Misiones.

Soto, G., & Nuñez, M. (2008). Fabricación de Pellets de carbonilla, usando aserrín de Pinus Radiata (D. Don) como material aglomerante. Maderas, Ciencia y Tecnología, 129-137.