

ESTUDIO DE REINGENIERÍA DE UNA LÍNEA DE RECUPERACIÓN DE MEOLLOS MEDIANTE TORNO SIN MORDAZAS EN LA INDUSTRIA DE COMPENSADOS.

REENGINEERING STUDY OF A RECOVERING CORE LINE USING A SPINDLELESS LATHE IN PLYWOOD INDUSTRY.

Fecha de recepción: 29/08/2016 // Fecha de aceptación: 02/05/2017

Diego Seewald

Ingeniero en Industria de la Madera, diegoseewald@gmail.com

Juan Peluso

Ingeniero en Industria de la Madera, nacho_peluso@hotmail.com

Marcelo Marek

Docente, Facultad de Ciencias Forestales- UNaM. Bertoni N° 124, C.P.3380, Eldorado-Misiones-Argentina. mmarek@facfor.unam.edu.ar

José Luis Nucera

Docente, Facultad de Ciencias Forestales- UNaM. Bertoni N° 124, C.P.3380, Eldorado-Misiones-Argentina. jlnucera@facfor.unam.edu.ar

Diego Baeza

Gerente de planta, Coama Sudamérica S.A., AV. Fundador Julio A. Schwelm S/N Km 8, Eldorado, Misiones, Argentina. C.P. 3380. Email: diego@coama.com.ar

RESUMEN

Este trabajo muestra un análisis de las condiciones operativas y desarrollo de mejoras para la línea de recuperación de meollos en una fábrica de compensados. Esto tiene como objetivo aumentar la productividad del sector, mejorar las condiciones laborales y disminuir los costos de producción. Se realizó un diagnóstico de la situación inicial, se obtuvieron indicadores y se identificaron los puntos a mejorar. Se propusieron y desarrollaron mejoras operativas para bajar los tiempos improductivos que afectan la productividad. Se cuantificó económicamente la diferencia entre los óptimos y reales de producción, y se identificó los causantes de dicha diferencia, valorizando las oportunidades que representan cada uno de ellos. Este análisis se realizó considerando un solo producto (lámina relleno de compensados). Se estimó una reducción del 21,3% los tiempos improductivos, con una oportunidad de mejora de \$ 65.396 mensual. Se analizó el impacto de la automatización y mejoras en los costos de producción por metro cúbico. Cada mejora fue analizada en forma independiente en su implementación, por tener diferente valor de inversión y periodo de amortización. Se implementaron 11 mejoras, relacionadas a cambio de *layout*, automatización y mejoras en la organización.

SUMMARY

This paper presents an analysis of the operating conditions and development of improvements to the recovery of cores - byproducts in plywood plant. The manufacturer aims to increase the productivity and recovery, improve safety conditions and reduce production costs. Was carried out a diagnosis of the initial situation of the veneer lathe line, by sampling, in order to obtain the corresponding indicators and identify areas for improvement. Based on this diagnosis, were proposed and developed operational improvements to lower downtime identified in the veneer line. Were quantified the difference between optimal and actual production, and the identified cause of this was, valuing the opportunities. This analysis was performed considering a single product (inner veneer). A reduction of 21,3% was estimated downtime, with an opportunity for improvement of \$ 65.396 per month. Were made analysis of the impact on production costs arising automation improvements, to obtain the estimated reduction in the total cost per cubic meter of product. Each improvement was analyzed separately because they are independent in their implementation, and also have different investment values and different periods of recovery. Improvements were 11 points,

Palabras claves: productividad, tiempos improductivos, gerenciamiento industrial, láminas de madera.

related to layout reform, new automatization and better organization.

Keywords: productivity, downtime, plywood management, veneer

INTRODUCCIÓN

El entorno económico internacional se caracteriza cada vez más por su dinamismo y globalización. Es imprescindible para las empresas tener como un objetivo permanente la visión de mejoras continuas, que contribuyan con su competitividad dentro del sector donde se desempeñe. Las empresas tienen un objetivo económico claro y eso es totalmente lógico, ya que le proporciona la posibilidad de ser competitivas. Cualquiera sea la actividad que se realice, debe apuntar a aumentar la rentabilidad industrial, logrando el máximo rendimiento de los recursos: personal, capital, materiales, ideas y los procesos de transformación (MOCHON y BEKER, 2008).

Una herramienta clave para que las empresas sean competitivas es la implementación de reingenierías en los procesos productivos. Esto permite lograr incrementos significativos en cortos periodos de tiempo, en valores de rentabilidad, productividad, tiempo de respuesta y calidad, implicando la obtención de ventajas competitivas (KANAWATY, G. 1996).

La reingeniería debe ser aplicada a diferentes procesos: modernización, transformación o reestructuración; teniendo como único objetivo aumentar la capacidad para competir mediante la reducción de costos. Se define a la Reingeniería como “la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costo, calidad, servicios y rapidez” (HAMMER y CHAMPY, 1993).

El sector del compensado nacional no está exento a la aplicación de estas metodologías de trabajo. Con líneas de producción más antiguas -inicio de los '80- en comparación con las instaladas en países vecinos como Chile o Brasil, debe asumir mayores costos de producción, que dificultan la competencia, situación agravada con la eliminación de las restricciones a la importación que se aplican a partir de diciembre pasado (MINOLI, 2016).

Las etapas de producción

La fabricación del tablero compensado se inicia desde el proceso de selección y corte de los árboles de acuerdo con las exigencias de la empresa (diámetro, calidad). Las trozas son descortezadas a los fines de extender la duración del filo de la cuchilla del torno. Posteriormente se procede a la cocción de trozas, a fines de ablandar la madera. El debobinado consiste en sujetar las trozas y hacerlas girar por medio de dos garras en sus extremos, produciendo una lámina mediante la regulación de una cuchilla y contracuchilla,

entre otras variables. Se lamina hasta dejar un resto llamado “meollo”, que con la tecnología disponible es de entre 12 y 17 cm. La lámina obtenida pasa por un proceso de guillotinado, donde se eliminan los defectos y dimensiona la lámina de acuerdo al pedido. (PELUSO y SEEWALD, 2015).

En el caso particular de la empresa en la cual se realizó el estudio, cuenta con una segunda línea de torno, para la recuperación de meollos. Se toman los cilindros centrales de diámetro de 12 a 17 cm y se reprocesa hasta un diámetro de 4 cm, obteniendo láminas adicionales a partir de un subproducto o residuo de la industria del compensado convencional, que representa un aumento del rendimiento de la materia prima.

Volúmenes de producción mundial y local de tableros compensados

El mercado mundial de tableros compensados se encuentra fuertemente liderado por la producción de China, la cual produce un 71,2% del volumen mundial, alcanzando los 92,338 millones de m³ anuales. La república Argentina ocupa el puesto 42 de la lista, con una producción de 68.000 m³/año (FAO, 2014). Las provincias con mayor participación son Misiones y Corrientes con 47% y 53% del volumen producido respectivamente. Las empresas más importantes son Forestadora Tapebicúa S.A.; Coama Sudamérica S.A. y Henter I.C.S.A.

Alcances del trabajo de reingeniería

Este estudio surge a partir de la necesidad e interés de la empresa en reducir sus costos de producción, incrementar la productividad, disminuir los Tiempos Improductivos (TI) y automatización el sector. El **objetivo general** fue desarrollar un proyecto de reingeniería en el proceso de recuperación de meollos de la empresa para aumentar la productividad del sector y disminuir los costos de producción. Este sector está constituido por: almacenamiento, abastecimiento y debobinado de meollos, guillotinado, clasificación de láminas y evacuación de residuos. Su alcance comprendió el desarrollo y análisis de factibilidad técnica, valorización de oportunidades y estudio de costos-beneficios de las mejoras propuestas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la línea de recuperación de meollos, empresa Coama Sudamérica S.A.

La línea de recuperación tiene como principal objetivo recuperar los meollos obtenidos en el torno

debobinador principal, y obtener laminas para relleno aumentando el rendimiento del proceso, dejando un meollo de 4 cm de diámetro. Está compuesta por: 1) mesa de entrada de trozas; 2) unitizador de trozas, 3) torno laminador marca SANJI sin mordazas, lo cual permite procesar hasta un meollo resto de 4 cm; 4) mesa de alimentación de guillotina, 5) guillotina convencional marca Raute, 6) mesa clasificación de láminas y 7) mesa de armado de paquetes (PELUSO y SEEWALD, 2015).

Etapas desarrolladas

En el primer paso se identificaron las razones por las cuales era necesario mejorar (fallas, desviaciones y antecedentes), para elegir el camino más adecuado. Se partió de un análisis de proceso de la situación actual para detectar los aspectos críticos respecto a los tiempos improductivos generados, y detectar problemas y posibles oportunidades de mejoras. Tomando en consideración los resultados de la etapa anterior, se diseñó un nuevo proceso, apuntando a eliminar las tareas que no agregan valor al producto o al servicio y realizar las tareas necesarias con los menores costos. Como herramienta básica, se partió de un análisis de balance de planta del sector, basado en la capacidad productiva de cada equipo (PELUSO y SEEWALD, 2015; ABRAHAM, 2008)

Recolección de datos

Con el fin de identificar los tiempos improductivos y su representatividad, se realizó la toma de tiempos del proceso, estimándose un tiempo de parada promedio por cada una de las causas más frecuentes, que a su vez permitiera realizar el cálculo del posible incremento que se podría obtener en la producción al reducir las mismas a un valor esperado. Así, las mejoras se enfocaron en disminuir los tiempos improductivos, muchos de ellos por atascamientos debido a falencias de diseño, roturas anteriores, dispositivos faltantes, entre otras, que afectan al método de trabajo, ya que los operadores deben interrumpir el ciclo para desatascarlo. Antes de inicio de la toma de datos, se determinó que el “cuello de botella” era el torno, el cual restringía el ritmo de la producción. Debido a esto, todas las observaciones, análisis y propuestas de mejoras fueron orientadas a reducir el tiempo de paradas del mismo, traduciéndose directamente en aumento de productividad del sector (PELUSO y SEEWALD, 2015).

Análisis de capacidad de planta

Para poder determinar una proporción de estos valores, o determinar los indicadores del sector, se realizó el análisis de la capacidad de planta. Esto permitió identificar las operaciones donde se realizaron las propuestas de mejoras (PELUSO y SEEWALD, 2015).

Análisis económico de las mejoras propuestas

Se cuantificó la diferencia entre los valores potenciales respecto a la oportunidad de mejora y reales de producción, y se identificó los causantes, valorizando las oportunidades que representan cada uno de ellos. Estas oportunidades futuras se elaboraron con datos de producción de los meses de julio a septiembre de 2015. Las oportunidades identificadas fueron debidas a paradas extras; atascamientos de guillotina; atascamientos de meollos; atascamiento de mesa; atascamiento de la descarga de láminas. Además se analizaron cada una de ellas considerando la producción mensual, su valor económico; comparando valores óptimos y reales. (MALLORQUIN, 2012; PELUSO y SEEWALD, 2015; FAGA y MEJIA RAMOS, 2006).

$$OPPE = (PMPEE \times VL) - (PMPEA \times VL) \quad (01)$$

Donde es la *OPPE* oportunidad por parada extra; *PMPEE* producción mensual con paradas extras esperadas (m³); *PMPEA* producción mensual con paradas extras actual (m³) y *VL*= valor de lámina (\$/m³) (Fórmula 01).

$$OPAG = (PMAGE \times VL) - (PMAGA \times VL) \quad (02)$$

Donde *OPAG* es la oportunidad por atascamiento de guillotina; *PMAGE* producción mensual con atascamiento guillotina esperados (m³) y *PMAGA* producción mensual con atascamientos de guillotina actual (m³) (Fórmula 02).

$$OPAM = (PMAME \times VL) - (PMAMA \times VL) \quad (03)$$

Donde *OPAM* es la oportunidad por atascamiento de meollos; *PMAME* producción mensual con atascamiento de meollos esperadas (m³) y *PMAMA*= producción mensual con atascamientos de meollos actual (m³) (Fórmula 03).

$$OPAME = (PMAMEM \times VL) - (PMAMEA \times VL) \quad (04)$$

Donde *OPAME* es la oportunidad por atascamiento de meollos; *PMAMEE* producción mensual con atascamiento de meollos esperadas (m³) y *PMAMEA* producción mensual con atascamientos de meollos actual (m³) (Fórmula 04).

$$OPASL = (PMASLE \times VL) - (PMASLA \times VL) \quad (05)$$

Donde *OPASL* es la oportunidad por atascamiento de salida de láminas; *PMASLE* producción mensual con atascamiento de salida de láminas esperadas (m³) y *PMASLA* producción mensual con atascamientos de salida de láminas actual (m³) (Fórmula 05).

Análisis económico de las diferentes automatizaciones planteadas

Se realizó un análisis del impacto que tienen en los costos de producción de la línea las diferentes mejoras planteadas para la automatización de operaciones, y de esta manera poder estimar la reducción del costo total por m³ de lámina verde para relleno producida¹. Se analizó cada mejora por separado ya que las mismas son independientes unas de otras en

¹La información acerca de los diferentes costos analizados fue suministrada por la empresa.

cuanto a su implementación y poseen valores de inversión diferentes y por lo tanto distintos periodos de recuper. Para el cálculo de los periodos de recuper en años de los diferentes montos de inversión para cada una de las mejoras, se utilizó el valor que representa la reducción de los costos en la producción anual de las láminas, manteniendo los volúmenes producidos actuales y por lo tanto el mismo valor económico de la producción. (MOCHON y BEKER, 2008)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se tomaron los tiempos de proceso de 1.308 trozas (muestras) de la línea de producción en torno sin mordazas, con los cuales se determinaron los tiempos promedios ponderados con improductivos y sin improductivos como se observa en la Tabla 1. En este caso, la variable T1 es el tiempo de carga de trozas y T2 es el tiempo de debobinado.

A partir de los tiempos promedio del proceso se procedió a calcular, de manera porcentual, como se ve afectada cada clase de materia prima, por los distintos tiempos improductivos.

Resultados de análisis de capacidad de planta

Este análisis estableció los indicadores y actuales indicados en la Tabla 2, con los principales valores planteados y determinados como resultados. Nótese que la disponibilidad programada del equipo es baja, debido a relativamente bajo uso que tiene esta línea.

Se observa un 36,1% del tiempo improductivo en la línea, debido a distintas causas, siendo algunas de ellas posibles de ser disminuidas, mediante mejoras de diverso tipo. Tabla 3.

Tabla 1. Resumen de tiempos por clases

Table 1. Summary of times by class

Especie Espesor Largo	Clase / Estrato	Partici- pación	N° Muestras	Promedios de tiempos, con Improductivo				Promedios de tiempos, sin Improductivo			
				T1 (s)	T2 (s)	TOTAL (s)	Promedio Pond (s)	T 1 (s)	T 2 (s)	TOTAL (s)	Promedio Pond (s)
Pinus spp- 2,8	1	36,5 %	498	11,25	21,15	32,40	11,83	9,19	13,71	22,90	8,36
Pinus spp- 3,2 mm.- 2,6 m.	3	25,5 %	458	11,38	20,46	31,83	8,12	8,29	10,90	19,19	4,90
Eucaly ptus spp- 2,8 mm.- 2,6 m.	5	20,7 %	131	11,45	21,69	33,13	6,86	9,07	14,33	23,40	4,85
Pinus spp- 3,2 mm.- 1,75 m.	2	9,6%	92	13,11	12,52	25,64	2,46	8,32	10,73	19,05	1,83
Eucaly ptus spp- 3,2 mm.- 2,3 m.	4	7,6%	130	10,24	34,49	44,73	3,42	8,87	11,49	20,36	1,56
Promedio		100,0 %	1308	11,49	22,06		32,70	8,75	12,23		21,49

Tabla 2. Resumen de capacidad de planta
Table 2. Summary of plant capacity

Horas turno (hs)	6,6
Turnos día	1,0
Nº de días de la semana de trabajo	3,8
Mantenimiento por semana	1,0
Días de la semana	7
Hs/día	24
Semanas al mes	4,4
Productividad real (trozas/h)	110,1
Productividad de diseño (trozas/h)	191,5
Tiempo programado (hs/semana)	24,9
Tiempo disponible real (hs)	161,4
Tiempo de periodo (hs)	168
Capacidad instalada teórica	32170
Capacidad instalada real	30913
Capacidad instalada programada	4761
Disponibilidad programada	15%
Mantenimiento	4%
Factor de uso	63,9 %
Factor de ritmo	90,0 %
Factor Operacional	57,5%

Tabla 3. Resumen de improductivos.
Table 3. Summary of donwntimes.

Improductivo Actual	
Parada Extra	15,3%
Atascamiento de lámina en guillotina	9,6%
Atascamientos de meollos	5,3%
Atascamiento en mesa de ingreso a guillotina	2,0%
Atascamientos en salida de lámina del torno	3,8%
Total	36,1%

Resultados de propuestas de mejoras

Como resultado del estudio del proceso, diagnóstico, y sus principales causas; se plantearon 11 mejoras para la disminución de tiempos improductivos: Atascamiento en ingreso de trozas y descarga de meollos en el torno, Atascamiento en descarga de lámina del torno, atascamiento en guillotina, Atascamiento en mesa de ingreso a guillotina, entre otras. Se plantearon y diseñaron alternativas de soluciones como la automatización de operaciones. A modo de ejemplo, solo se presenta dos en la figura 1 y 2, imagen 1 y figura 3 (PELUSO y SEEWALD, 2015; MINOLI,2016).

Aplicando la modificación de la Fig. 2 trae como beneficio la posibilidad de que torno debobinador y la guillotina sea operado por un solo operario, reduciendo de esta manera los costos de producción de la lámina.

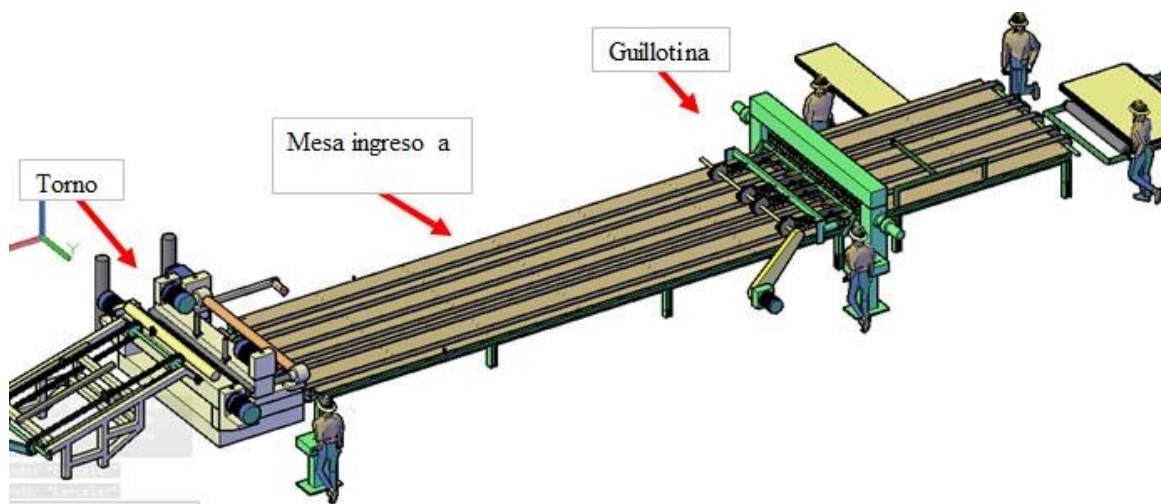


Figura 1. Mesa de ingreso a guillotina actual. La distancia entre el torno y la guillotina es superior a 10 m
Figure 1. Current clipper feeding table. The distance between the spindeless lathe and the clipper is greater than 10 m

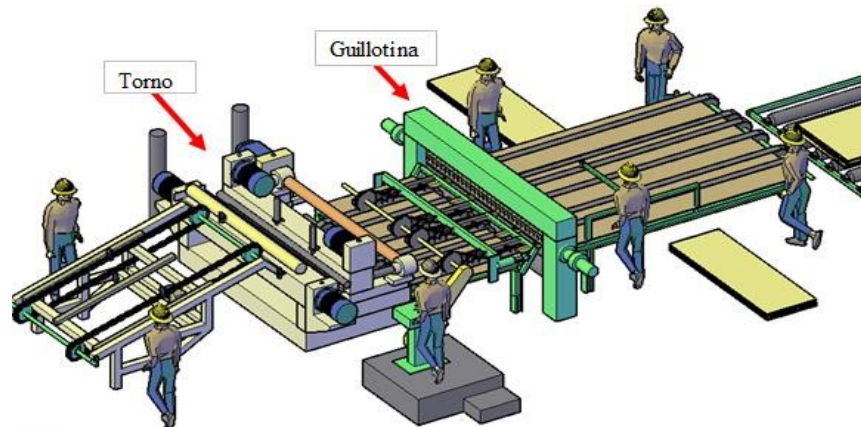


Figura 2. Propuesta de mesa de entrada a la guillotina de 2 m.
Figure 2. Proposal of 2 m feeding table to clipper.



Imagen 1: Operario retirando manualmente meillos atascados uno a uno, así como los residuos del torno.
Image 1: Operator manually removing cores one by one and veneer waste

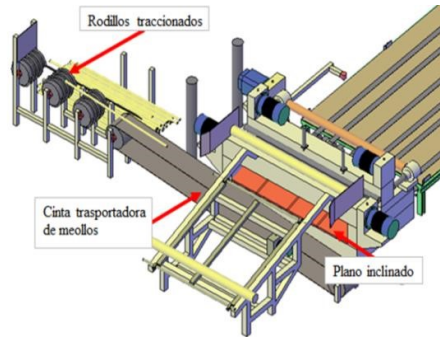


Figura 3: Mecanización de extracción y estibado de meillos, mediante cinta transportadora
Figure 3: Mechanization of outfeeding and stowage of cores, by belt

Resultados de la Valorización de oportunidades

Con un aumento estimado del 21,3 % de la producción, generado al reducir los tiempos

improductivos, produjo una disminución de los costos de producción por m³ de lámina verde para relleno (Tablas 4 y 5).

Tabla 4. Oportunidad por disminución de tiempo improductivo.

Table 4. Opportunity by reducing downtimes.

	Extras	Atascamiento guillotina	Atascamiento Meollo	Atascamiento Mesa	Atascamiento Descarga	total
% mejora esperada en producción	6,00	6,20	3,30	2,20	3,60	21,30
Volumen de mejora esperada m ³	18,16	18,77	9,99	6,66	10,90	64,48
valor de lámina \$/m ³	1.014	1.014	1.014	1.014	1.014	
oportunidades \$/mes	18.421	19.035	10.131	6.754	11.052	65.396
oportunidades \$/año	221.058	228.427	121.528	81.055	132.635	784.757

* Los datos para los cálculos de los costos fueron cedidos por la empresa

Tabla 5. Costos producción con situación actual y mejorada con la reducción de improductivos

Table 5. Production costs with current situation and improved with the reduction of downtime

	Actual	Mejorada
Horas trabajo / m ³ lamina	0,359	0,297
Costo directo mano obra (\$/m ³ lamina)	109,30	90,20
Costo contribuciones y premios (\$/m ³ lamina)	51,92	42,84
Costo energía (\$/m ³ lamina)	10,42	8,60
Costo mantenimiento (\$/m ³)	31,52	26,01
Costo materia prima (\$/m ³ lamina)	317,83	317,83
Costo EPP-Indumentaria (\$/m ³ lamina)	2,64	2,18
Costo administrativo (\$/m ³ lamina)	92,41	76,26
Costo uso equipos móviles	59,41	59,41
Costo uso espacio (\$/m ³)	0,74	0,61
Total (\$)	676,55	624,24
Diferencia de costos \$/mes		15.815,4
Diferencia de costos \$/año		190.217,4

Resultados del análisis económico de las mejoras y automatizaciones planteadas.

Se presenta los resultados del análisis del impacto que tuvieron en los costos de producción de la línea las diferentes mejoras planteadas para la automatización de operaciones (llamadas mejora #1 a #4 en Tabla 6), y de esta manera se pudo estimar la reducción del costo total por m³ de lámina verde para relleno producida, por causa ya que las mismas son independientes. Dada la responsabilidad de decidir una inversión, se trabajó profundamente cada mejora, mediante diseño y dibujo 3D y se estableció que no todas las mejoras se implementarían en forma inmediata, sino en forma gradual

Tabla 6. Análisis de costos situación actual y mejoras plantadas individuales

Table 6. Cost analysis of current situation and individual planted improvements

	Inicial	Mesa de entrada Mejora #1	Extracción meollos Mejora #2	Evacuación de laminas Mejora #3	Reforma guillotina Mejora #4
Horas trabajo/m ³ lamina	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Costo directo mano obra (\$/m ³)	109,30	96,12	96,12	96,12	94,19
Costo contribuciones+ premios (\$/m ³)	51,92	45,66	45,66	45,66	43,04
Costo energía (\$/m ³)	10,42	11,47	11,05	11,05	10,42
Costo mantenimiento (\$/m ³)	31,52	33,00	33,00	33,00	31,52
Costo materia prima (\$/m ³)	317,83	317,83	317,83	317,83	317,83
Costo EPP-indumentaria (\$/m ³)	2,64	2,31	2,31	2,31	2,31
Costo administrativo (\$/m ³)	92,41	92,41	92,41	92,41	92,41
Costo uso equipos móviles (\$/m ³)	59,41	59,41	59,41	59,41	59,41
Costo uso espacio (\$/m ³)	0,74	0,74	0,76	0,78	0,63
TOTAL (\$/m³)	676,19	658,95	658,55	658,93	652,12
Proporción	100%	97%	97%	97%	96%
Diferencia en pesos argentinos (\$)		17,25	17,64	17,27	24,07
pesos argentinos / mes		5.225,4	5.345,0	5.231,6	7.293,00
pesos argentinos /año		62.704,8	64.139,7	62.778,9	87.515,4
Años recupero \$162.000 mejora #1		2,6			
Años recupero \$80.000 mejora #2			1,2		
Años recupero \$70.000 mejora #3				1,1	
Años recupero \$10.000 mejora #4					0,1

CONCLUSIONES

A raíz de los resultados alcanzados, se concluye que es factible alcanzar mejoras en los indicadores del proceso por medio de la implementación de los distintos cambios propuestos. Mediante la instalación de las automatizaciones de las operaciones, se reducirían en un 11,4% los costos de producción del m³ de lámina verde utilizada para relleno de los tableros que actualmente es de 676,20 \$/m³, impactando de manera positiva en la rentabilidad del sector y cubriendo en bajos periodos de tiempo las amortizaciones de la inversión de las propuestas. Además proporcionan la oportunidad de mejorar las condiciones de seguridad laboral en la línea y reducir los esfuerzos físicos en las operaciones actuales. Con la reducción de los tiempos improductivos identificados, actualmente del 36,1% del tiempo total de trabajo, a valores del 14,8%, se logra una reducción del 21,3%. Esto no solo incrementa la productividad del sector de 2,8 m³/hora a 3,4 m³/hora, además que permitiría aumentar la producción promedio de 303 m³ por mes a 367,5 m³ con la misma cantidad de horas trabajadas, generando las correspondientes ventajas económicas y la reducción de un 7,7% de los costos productivos por m³ de lámina.

BIBLIOGRAFÍA

ABRAHAM, C. J. 2008. *Manual de tiempos y movimientos*. Limusa. Mexico. 156 pp.

FAGA, H.A.; MEJIA RAMOS, M.E. 2006. *Cómo conocer y manejar sus costos para tomar decisiones rentables*. Ediciones Granica. Buenos Aires. Segunda edición. 116 pp.

FAO 2014. Forestal Producción y Comercio. En: <http://faostat3.fao.org/download/F/FO/S>, consultado el 10 de Agosto 2015.

HAMMER, M. y CHAMPY, J. 1994. *Re-Engineering the corporation*. 1993, Harper. NY

KANAWATY, G. 1996. *Introducción al estudio del trabajo*. Oficina internacional del trabajo. Ginebra. Cuarta edición. 522 pp.

MALLORQUÍN, J.D.O. 2012. *Valorización de oportunidades futuras en la industria de la madera aserrada*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Misiones. 22 pp.

MINOLI, R.(2016). Mejoras en la productividad y menor costo en una de fábrica tableros Compensados-Asora Revista N° 123 Año 21. ISSN 0328-8803.

Disponible en internet:
<http://www.asorarevista.com.ar/p32->

MOCHON, F.; BEKER, V.A. 2008. *Economía. Principios y aplicaciones*. Mcgraw-Hill Interamericana. D.F. México. 619 pp.

SEEWALD, D.; PELUSO, J.; 2015. Estudio de re-ingeniería en una línea de recuperación de meollos, en la industria de tableros compensados. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Forestales-UNaM