

Propuesta de diseño conceptual sobre los sistemas de seguridad de la empresa Maderbely¹

Proposal for a conceptual design on security systems in the company Maderbely

N. Beltrán, J. E. Cely, L. F. Vargas

Recibido Julio 18 de 2012 – Aceptado Noviembre 15 de 2013

Resumen - Este proyecto busca reconocer y diagnosticar las áreas de operación de la empresa MADERBELY y la maquinaria que se emplea en los diferentes procesos productivos con el fin de estudiar y seleccionar los equipos que representan la mayor diversidad en cuanto a sus características funcionales y a las referentes al riesgo mecánico, esto con el objetivo de realizar intervención a las mismas. Basados en la observación, los reportes de accidentalidad y el uso de otras herramientas, se realizará la selección de las equipamiento industrial, y así determinar el tipo de intervención a realizar a través de la mejora en los sistemas de seguridad; apoyándonos en los estudios realizados para los cuales se propondrán diferentes conceptos de diseños de los dispositivos de seguridad, que de ser implementados puedan coadyuvar en la mitigación de estos riesgos identificados.

Palabras clave - accidente, riesgo, peligro, reporte, salud ocupacional, seguridad industrial, resguardos riesgo mecánico.

Abstract – This project seeks to recognize and diagnose areas of operation of the company MADERBELY and machinery used in different production processes in order to study and select the

machines that represent the greatest diversity in terms of their functional characteristics and related to mechanical risk, the idea is to perform any action that is necessary. Based on observation, accident reports and the use of other tools, industrial equipment will be selected, and the type of intervention performed through improved security systems will be proposed, studies on different design concepts of safety devices will be considered, in order to reduce the risks that have been identified.

Key Words - accident, risk, danger, report, occupational health, safety, mechanical risk safeguards.

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades desarrolladas en la fabricación de muebles de madera, se relacionan con la transformación de la materia prima para producir piezas para almacenes, viviendas, empresas y otros lugares afines. En este proceso de transformación se encuentran trabajos de corte, pintura, lijado, ensamble y finalmente de empaque. Cada una de las anteriores se lleva a cabo en un área específica dentro de la planta.

Los trabajadores de la industria de fabricación de muebles en madera se encuentran continuamente expuestos a peligros que se derivan de las tareas de transformación de la materia prima [1], debido a la naturaleza de los procesos. Esto se refiere específicamente a los riesgos que representa el manejo de las máquinas y herramientas, ya que en su gran mayoría tienen como parte fundamental sierras de una o varias hojas afiladas, engranes, o bandas que funcionan a grandes velocidades.

En el proceso se evidencian riesgos de atrapamientos durante las operaciones de uso, reparación, mantenimiento y limpieza de las máquinas, por lo que se hace necesaria

¹Producto derivado del proyecto de Investigación “Propuesta de diseño conceptual sobre los sistemas de seguridad de la empresa MADERBELY”, avalado por el grupo de investigación DIMSI, perteneciente a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Beltrán N, es Ingeniera Industrial, Especialista en Higiene y Seguridad Industrial, trabaja en rabaja en Proenfar como Jefe HSE (correo: nbeltran05@gmail.com)

Cely J, es Ingeniera Electrónica, Especialista en Higiene y Seguridad Industrial trabaja en C&S Ingenieros SAS (correo: jccc22@gmail.com)

Luis F. Vargas, Ingeniero Mecánico, Magister en Materiales y Procesos de Manufactura, de la Universidad Nacional de Colombia – Docente de planta e investigador en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Cra7 N°40-53, Facultad de Ingeniería, Bogotá, (correo:lufvargast@udistrital.edu.co)

la implementación de sistemas de bloqueo automático que permitan disminuir el riesgo de accidentalidad para el operario de la máquina o para las personas que frecuenten las áreas de trabajo [2].

II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

A. Antecedentes

Bajo una visión retrospectiva es posible apreciar diversas normas de seguridad para el diseño de resguardos, que permiten minimizar los riesgos mecánicos producidos por elementos de máquinas, al igual que estudios que buscan desarrollar alternativas para la implementación de sistemas seguros para la protección del trabajador. Es el caso de organismos internacionales como el INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España) [3], OSHAS (Salud Ocupacional y Servicios de Asesoramiento de Seguridad - EEUU) y la OIT (Organización Internacional del Trabajo) entre otros, que han destinado recursos humanos y tecnológicos a la búsqueda de alternativas que permitan minimizar los riesgos mecánicos presentes y a los que están expuestos los trabajadores en la industria.

La norma NTP 552 Protección de máquinas frente a los peligros mecánicos: Resguardos, hace parte de las notas técnicas de prevención (NTP) elaborados por el (INSHT) de España. Este documento nos brinda herramientas base para el diseño de resguardos de acuerdo a los criterios de peligrosidad de la máquina, frecuencia de uso y operación y dimensionamientos entre otros.

Por su parte, el Comité Europeo de Normalización CEN a través de la ITC MSG-SM-1 (ITC: Instrucción Técnica Complementaria) aprueba el Reglamento de Seguridad en máquinas, referente a los peligros, sistemas, zonas de peligro, medidas de prevención en las máquinas, así como los medios de protección resguardos y los parámetros para tener en cuenta en los diseños.

De igual manera bajo la serie 1910.212 OSHAS (Occupational Safety & Health Administration) se reglamentan las condiciones generales para todas las máquinas. En su apartado 1910.212(a) (2) se establecen los requisitos generales para los protectores de las máquinas y sus requerimientos en diseño.

En Colombia existe un compendio de normatividad en salud ocupacional y seguridad industrial regulado por el Ministerio de Protección Social [4], que es de obligatorio cumplimiento, por consiguiente infringir alguna de estas normas puede representar un problema legal evidenciado en la Resolución 2400/1979, Código Sustantivo del Trabajo, el Decreto 1295/1994, Decreto 614/1989, Ley 9/1979, Ley 378/1996 y la Resolución 1016/1989.

Como resultado de estudios previos, se desarrolló el presente proyecto, basado en documentación recopilada sobre la normatividad, de manera que este trabajo permita

a futuros especialistas en seguridad y salud ocupacional, estructurar estrategias para el control del riesgo en la fuente, basados en los diseños, con el fin de implementar resguardos en las máquinas de diferentes sectores industriales [5].

B. Metodología Desarrollada

Se empleó la metodología descriptiva, lo que permitió la especificación de situaciones y procesos de MADERBELY que contribuyeron a la recolección de información y herramientas de entrada para el análisis y estructuración del desarrollo del tema de estudio. Los instrumentos utilizados como técnicas de recolección de información para la identificación y diagnóstico de las máquinas fueron un inventario de todas las máquinas de la empresa, entrevistas al personal operativo de la empresa y listas de chequeo [6]. Se realizó y se estructuró un formato para el análisis del sistema funcional partiendo de la descripción en lista y narrada en cuanto a la ejecución de cada una de las máquinas por parte de los trabajadores.

Inventario de Máquinas: para la elaboración del inventario se visitó la planta y se recopiló información específica sobre los tipos de máquinas que emplea la empresa en sus procesos productivos identificando cada máquina con su respectiva descripción y sus especificaciones técnicas.


ID	FOTOGRAFÍAS	DESCRIPCIÓN	FICHA TÉCNICA	
			ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
PLA01		Se pueden efectuar las operaciones de planear, cantar o desbastar una pieza de trabajo	Nombre	Planeadora
			Marca	Hurtado Hermanos
			Modelo	MB 5015
			Serie	549370
			Potencia	3 HP
			Año	Entre 10 a 15 años
Función	planear, cantar o			

Fig. 1 Formato Inventario Máquina Planeadora Pla01, Fuente el Autor

Entrevista: el diseño de la entrevista se realizó basado en la necesidad de recolectar información explícita y específica sobre los peligros a los que los trabajadores estaban expuestos en su puesto de trabajo. La metodología de la aplicación fue entrevista a la población específica operativa con preguntas normalizadas con el fin de obtener resultados estadísticos sobre la percepción de los trabajadores en cuanto al tema.

MBS MADERBELY		FECHA DE DESGANCAMIENTO	
PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO	PRIMER NOMBRE	SEGUNDO NOMBRE
TIPO DE IDENTIFICACIÓN	NUMERO	FECHA DE NACIMIENTO	SEXO
CARGO	GRUPO	GRUPO	GRUPO
JORNADA	FECHA DE INGRESO A LA EMPRESA	GRUPO	GRUPO
SEÑALE EL ÁREA DE TRABAJO QUE SE DESARROLLA CON MAYOR FRECUENCIA			
CORTE	<input type="checkbox"/>		
CURDO Y PULIDO	<input type="checkbox"/>		
ENDABLE	<input type="checkbox"/>		
PRUEBA	<input type="checkbox"/>		
INSTALACIÓN	<input type="checkbox"/>		
ALBANCESTA	<input type="checkbox"/>		
OTRO	<input type="checkbox"/>		

Fig. 2 Formato Encuesta, Fuente el Autor

Conclusión: de la aplicación de este instrumento se puede concluir que las máquinas que mayor riesgo representan, desde la percepción de los trabajadores que usualmente manipulan estos equipos, son las más antiguas en la compañía, las que por su diseño de fábrica no cuentan con sistemas tecnificados como los de arrastre de pieza y cuyos mecanismos principales son las sierras y cuchillas que de acuerdo con este análisis son la sierra circular, la planeadora y el trompo.

Lista de Chequeo [7]: Se diseñó como una herramienta de observación y medición de los procesos con el fin de listar, reconocer e identificar los peligros y riesgos en cada uno de los procesos productivos, así como realizar la trazabilidad de los mismos. Este instrumento se concentra en los aspectos críticos de la operación a los que están expuestos los trabajadores en cada una de las máquinas. Se elaboraron 2 tipos de listas de chequeo. La primera de carácter general, la cual incluye la evaluación de los diferentes riesgos que están presentes en el proceso productivo. La segunda, más específica, concentrada en el riesgo mecánico, la cual presenta los peligros y riesgos mecánicos entre los que se pueden mencionar los mandos, mecanismos, elementos móviles y fijos relacionados con cada tipo máquina.

LISTA DE CHEQUEO RIESGOS GENERALES		MADERBELY											
ÁREA:		Corte: Usado y Validado											
FECHA:													
ELABORADO POR:													
A. FACTORES DE RIESGO BIOLÓGICO													
1	¿La temperatura de la tarea se mide regularmente?	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD
2	¿El trabajador está expuesto a picaduras o mordeduras de animales?	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD
3	¿El trabajador tiene contacto con plantas?	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD
B. FACTOR DE RIESGO FÍSICO (RUIDO)													
1	¿El ruido emitido por la máquina permite escuchar una conversación en forma normal?	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD
2	¿El trabajador utiliza protección auditiva?	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD
3	¿Se ha efectuado verificación sobre este factor?	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD	SI	NO	OTRD

Fig. 3. Formato Lista de Chequeo Riesgos Generales, Fuente el Autor

Conclusión: esta herramienta es útil en el proceso de observación y vigilancia de los riesgos generales, aplicada en este estudio evidencia algunas deficiencias en la gestión del riesgo de los parámetros evaluados.

Descripción Funcional: el análisis funcional se realizó desde la visión de la pieza de corte y las funciones que se realizan alrededor de ésta, se diseñó un formato que permitió listar las tareas y realizar una descripción narrada de la tarea general.

NOMBRE DE LA MÁQUINA		CÓDIGO		DESCRIPCIÓN			
Madera Usada		MADERBELY					
SECCIÓN FOTOGRÁFICA				PIEZA DE CORTE O MOLDEO			
				1. La cuchilla está suelta	SI	NO	OTRD
				2. La cuchilla es móvil	X		
				3. La cuchilla es fija		X	
				4. La cuchilla se puede graduar		X	
				5. La cuchilla tiene un protector		X	
EJECUCIÓN DE ACTIVIDAD				SI NO OTRD			
1. Empuje con la mano la pieza hacia la cuchilla				X			
2. Utiliza un elemento de empuje para mover la pieza hacia la cuchilla					X		
3. Utiliza partes del cuerpo que accionan a la cuchilla. ¿Cuál?					X		
4. La cuchilla gira en una sola dirección?				X			
5. El material particulado proyectado por el proceso que en la cara del trabajador				X			
6. La mano de trabajo se acerca a la cuchilla					X		
7. Mantiene las manos fuera de la línea de corte				X			
8. Apunta todo el peso del cuerpo en la pieza					X		
9. El trabajador se ubica fuera de la trayectoria de la pieza				X			
10. Antes de iniciar la actividad el trabajador inspecciona la máquina y la pieza				X			
MESA DE TRABAJO				SI NO OTRD			
1. Acumulación de virutas en la mesa de trabajo					X		

Fig. 4. Formato Descripción Funcional, Fuente el Autor

Conclusión: esta herramienta se empleó para indicar paso a paso el desarrollo de la tarea en cada máquina y permite analizar las circunstancias que pueden generar peligros orientados en el elemento de corte y en la forma en que el trabajador interactúa con éste.

C. Intervención en máquina

De acuerdo con la información recopilada con los diferentes instrumentos antes mencionados se realiza la propuesta de intervención en máquina, para la cual es importante utilizar una herramienta de acuerdo con la normatividad vigente en Colombia, utilizando la GTC 45 [8] como herramienta identificadora de los peligros asociados a la ejecución de las labores en la empresa Maderbely y así poder establecer técnicamente las máquinas a intervenir y los niveles de intervención de acuerdo con la jerarquía establecida en dicha guía técnica.

La GTC 45 es una guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos de seguridad y salud ocupacional, elaborada y editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, con la participación del Comité Técnico 09 y coordinado por la USN el Consejo Colombiano de Seguridad.

La GTC 45 tiene en cuenta los principios básicos de la NTC OHSAS 18001, adicionalmente se basa en la norma BS 8800 (British Standard) y la NTP 330 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT).

En esta guía se presentan las directrices técnicas necesarias para la adecuada identificación de peligros y valoración de riesgos en cualquier tipo de industria teniendo en cuenta su naturaleza, el alcance de sus actividades y los recursos con los que se debe contar, es una herramienta muy útil para las empresas que se proyectan con un sistema de gestión SYSO.

Matriz de Peligros y Riesgos: se elaboró una matriz de peligros y riesgos específicos para evaluar el riesgo

mecánico [9], valorando máquina por máquina de acuerdo con su funcionalidad para lograr obtener un análisis preciso del tipo de peligro presentado y así poder determinar el nivel de intervención necesario para el control de los mismos. Como se muestra en la figura 5 se toma la Guía Técnica Colombiana GTC 45 para realizar dicha matriz.

Fig. 5. Formato Matriz de Peligros, Fuente el Autor.

Conclusión: como resultado de la elaboración de las matrices de peligros se lograron identificar las máquinas susceptibles de intervención, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la GTC 45, obteniendo el nivel de riesgo I y II en las siguientes máquinas: sierra circular 01, planeadora 01 y trompo, siendo el contacto con sistemas de corte en movimiento el peligro identificado más significativo.

D. Opciones de Diseño

Dada la importancia de elaborar los diseños que cumplan con los requerimientos de seguridad evidenciados en los ítems anteriores, se realiza una propuesta técnica de los resguardos y dispositivos de seguridad, realizando una evaluación técnica de los mismos con el fin de determinar los que mejor se adapten a la problemática evidenciada.

De acuerdo a la literatura de resguardos y al estudio para cada máquina [10] y [11] se da alcance a los siguientes tipos para el desarrollo de este proyecto:

Resguardo fijo envolvente: resguardo que impide el acceso a la zona peligrosa por cualquiera de sus lados.

Resguardo fijo distanciador [12]: resguardo que no cierra completamente la zona peligrosa, pero impide o reduce el acceso en virtud de sus dimensiones y de su distancia a la zona peligrosa.

Resguardo Auto Regulable: resguardo móvil movido por el propio elemento de trabajo.

Resguardo Motorizado: resguardo movido por energía distinta a la gravedad o fuerza humana (movimiento por sistema neumático o motores)

Apartamanos [13]: se utiliza para impedir el acceso a la máquina en funcionamiento, pero se requiere el acceso para alimentar o extraer la pieza.

E. Propuestas de Diseños

Para la elaboración de los diseños se toma como referencia

una fotografía de la máquina, se establecen las partes más relevantes y se esboza una figura de ésta con las mismas características a fin de proyectar los esquemas de los resguardos planteados [14].

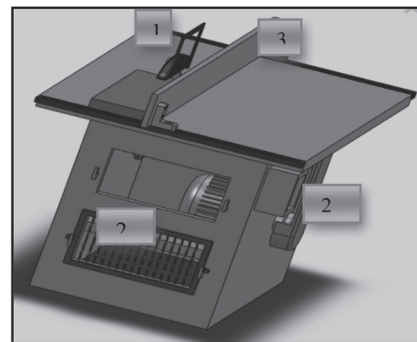
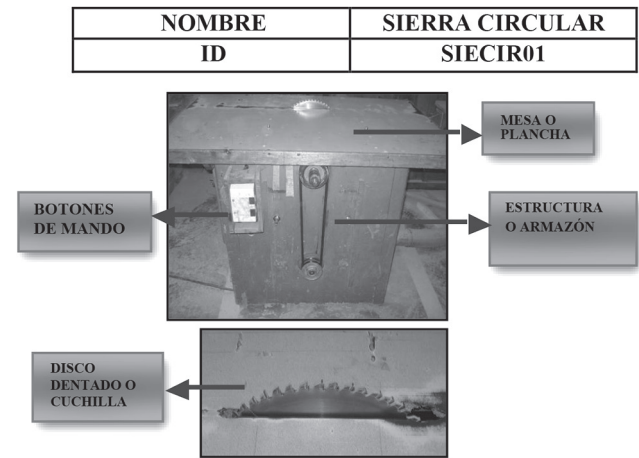


Fig. 6. Análisis De Resguardos Máquina Sierra Circular , Fuente El Autor

- 1. Resguardo Regulable:** este tipo de resguardo permite proteger la zona peligrosa, graduándolo previamente con una herramienta, permitiendo limitar el acceso a los órganos móviles de la máquina.

Análisis caso 1: se diseña una coraza graduable en su eje Y. Ventajas: permite al operario adaptar el elemento protector a la altura de la pieza protegiéndolo de los filos de la cuchilla que giran constantemente sin interrumpir el proceso. Desventajas: NA

- 2. Resguardo Fijo Envolvente:** este tipo de resguardo permite aislar la zona peligrosa para que el trabajador no pueda acceder a ésta.

Análisis casos 2a y 2b: se plantea una cubierta y rejilla que limite el acceso a los órganos internos de la máquina. Ventajas: No permite que el trabajador tenga acceso a engranajes, circuitos eléctricos, u otros elementos de la máquina que le generen riesgo. Desventajas: NA

- 3. Aparta Manos:** limita el acceso a las partes móviles de la máquina.

Análisis caso 3: se propone una guía longitudinal con un carro deslizante que permite su ajuste de acuerdo al tamaño de la pieza a trabajar.

Ventajas: este permite graduar la mesa de trabajo de acuerdo al material a usar evitando que el operario tenga que utilizar las manos para sostener el material.

Desventajas: Se requiere intención del trabajador para utilizar la guía de acuerdo a la pieza a trabajar.

NOMBRE	PLANEADORA
ID	PLA01

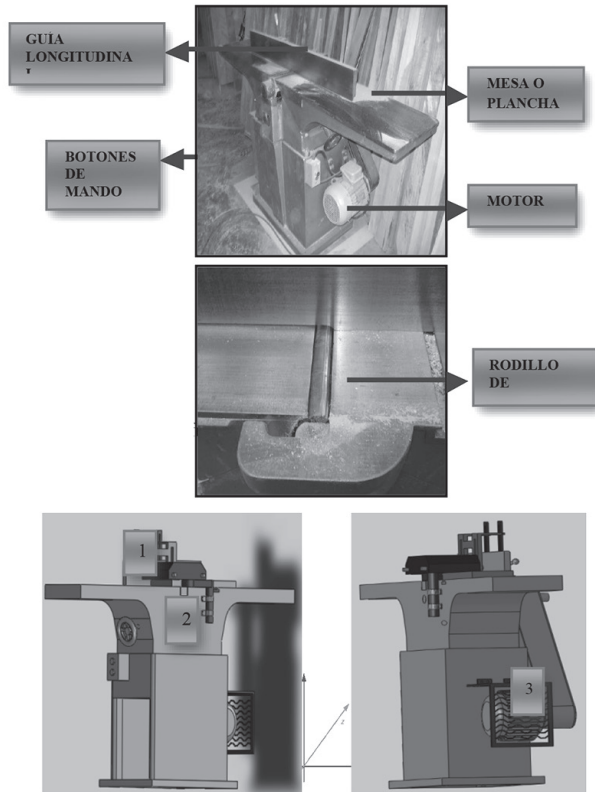


Fig. 7. Análisis de Resguardos Máquina Planeadora, Fuente el Autor

1. Resguardo Regulable: Este tipo de resguardo permite proteger la zona peligrosa previamente graduando el resguardo con una herramienta permitiendo limitar el acceso a los órganos móviles de la máquina.

Análisis caso 1: se realiza un ajuste al diseño propuesto que permite un mayor grado de libertad para regular el resguardo sobre el eje Y y posibilitando pensar y transportar piezas más pequeñas.

Ventajas: se regula para no interferir en el proceso y distancia el acceso del trabajador a la cuchilla.

Desventajas: el sistema no es apropiado para piezas que sobrepasen el límite del diseño sobre el eje Y.

2. Resguardo Auto Regulable: este resguardo se regula con el paso de la pieza.

Análisis caso 2: se propone un resguardo auto regulable que proteja la zona de las cuchillas y se regule al paso de la pieza, luego vuelve a su estado inicial.

Ventajas: su posición inicial – final será cubrir el rodillo de cuchillas.

Desventajas: el sistema puede ser alterado externamente para quedar en una posición tal que no permita la protección adecuada (abierto – sin cubrir la cuchilla).

3. Resguardo Fijo Envolvente: este tipo de resguardo permite aislar la zona peligrosa para que el trabajador no pueda acceder a ésta.

Análisis de caso 3: se plantea una cubierta tipo rejilla para resguardar el motor y evitar la manipulación por parte del trabajador.

Ventajas: No permite que el operario tenga acceso a engranajes, circuitos eléctricos u otros elementos de la máquina que le generan riesgo.

NOMBRE	TROMPO
ID	TRP01

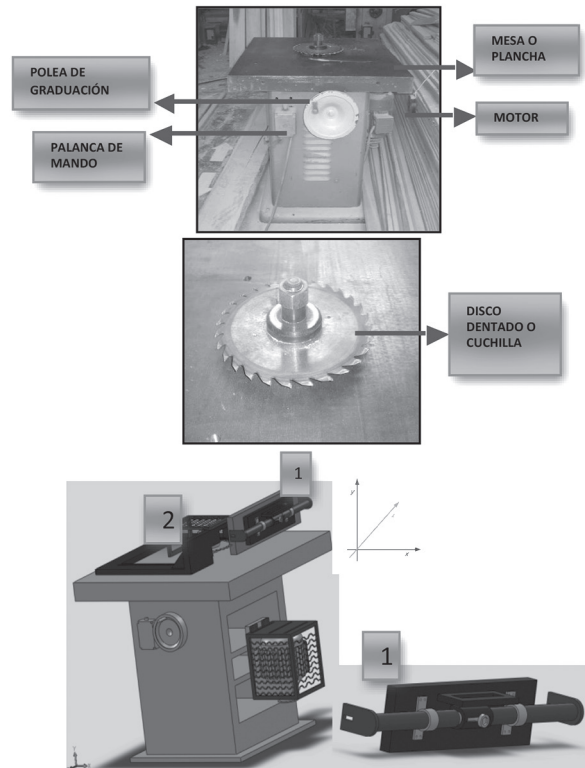


Fig. 8. Análisis de Resguardos Máquina Trompo, Fuente el Autor

1. Sistema Aparta Manos: limita el acceso a las partes móviles de la máquina.

Análisis caso 1: este diseño propone un elemento de sujeción de la pieza a trabajar, adaptable a diferentes tamaños

Ventajas: aparta las manos del operario de la cuchilla.
 Desventajas: el diseño limita el tamaño de la pieza a trabajar en el eje X del resguardo.

2. Resguardo Fijo Envolvente: este tipo de resguardo permite aislar la zona peligrosa para que el trabajador no pueda acceder a ésta.

Análisis de caso 2: se plantea una cubierta tipo rejilla para resguardar el motor y evitar la manipulación por parte del trabajador

Ventajas: no permite que el operario tenga acceso a engranajes, circuitos eléctricos, u otros elementos de la máquina que le generen riesgo.

Desventajas: NA.

Análisis de caso 3: se mejoró el diseño ampliando la base del resguardo e integrando una rejilla que resguarde toda la cuchilla y limite el acceso a ésta por cualquier lado.

Ventajas: limita el acceso a la cuchilla.

Desventajas: NA

F. Evaluación de las propuestas de diseño

Teniendo en cuenta las posibilidades de implementación de los resguardos a las máquinas en estudio, se realiza la evaluación de las propuestas de diseño por medio de la casa de la calidad ajustada a seguridad en máquinas.

QFD (Quality Function Deployment) [15]: QFD significa despliegue de la función de calidad [20], es un sistema que busca focalizar el diseño de los productos y servicios para dar respuesta a las necesidades de los clientes. Esto significa alinear lo que el cliente requiere con lo que la organización produce.

Adaptación del QFD: relación entre las tareas que se obtuvieron del diagrama funcional, la ponderación del nivel de riesgo dada de la matriz y los resguardos, indicar que las líneas horizontales constituyen el que mejor se adapta para solucionar el riesgo por tarea específica y las verticales permiten una calificación general del resguardo multitarea.

Modelo adaptado a QFD[16]: para la evaluación de los diseños propuestos se adapta la QFD con los campos requeridos para este análisis.

Bloque 1, Tareas: en este campo se relaciona el listado de tareas que surgió de la matriz específica para cada proceso.

Bloque 2, Nivel de riesgo: presenta un valor ponderado que se extrae de la matriz específica de acuerdo a la norma GTC – 45.

Bloque 3: de acuerdo a la selección de los resguardos

realizada previamente se evalúa con base en una escala de calificación la utilidad del resguardo para la tarea específica.

Bloque 4: el techo de la casa permite establecer una relación entre los diferentes resguardos y se evalúa como Alta, Media, Baja.

Teniendo en cuenta este formato, se realizará la evaluación de los diferentes diseños de resguardos específicos por cada tipo de máquina.

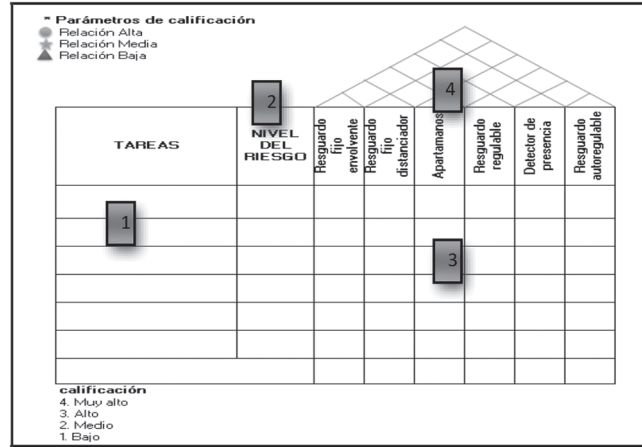
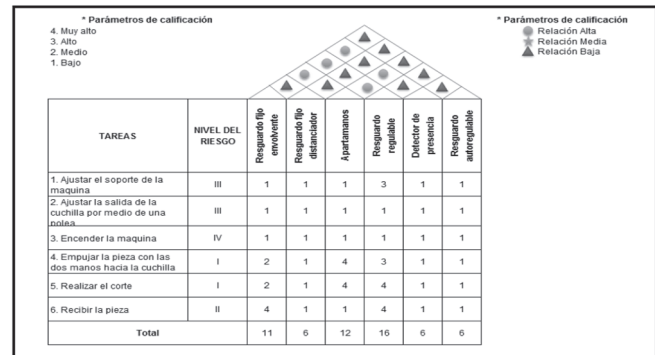
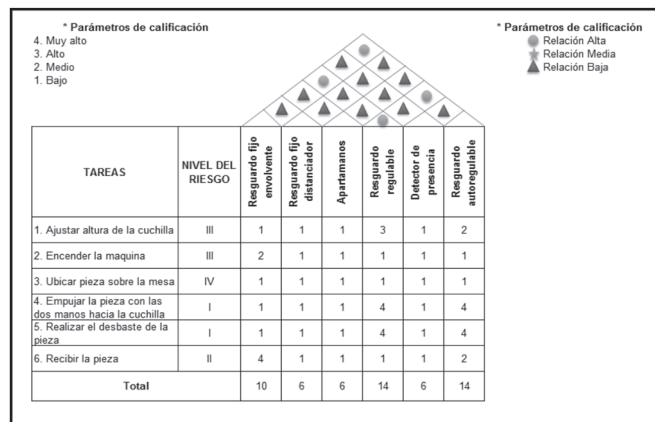


Fig. 9. Formato Modelo Adaptado QFD, Fuente el Autor

SIERRA CIRCULAR SIECIR01 – Planteamiento Diseño Resguardo

PLANEADORA PLA01 – Planteamiento Diseño Resguardo

TROMPO TRP01 – Planteamiento Diseño Resguardo



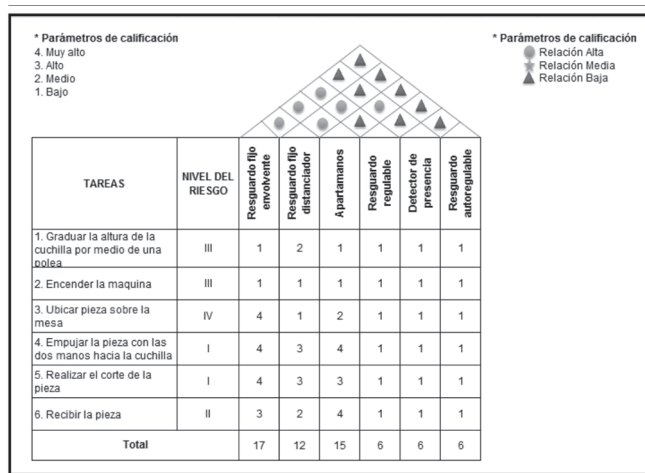


Fig. 10. Modelo QFD por Máquina Estudiada, Fuente el Autor

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación de los bocetos, se seleccionan las opciones que mayor puntuación presentaron en la QFD y que permitieron una relación complementaria para optar a una solución integral que cumpla con las necesidades de seguridad identificadas en las máquinas seleccionadas [17], de acuerdo a esto se proponen los siguientes diseños para cada una de éstas:

- **Sierra Circular SIECIR01:** resguardo regulable, resguardo fijo envolvente, apartamanos.
- **Planeadora PLA01:** resguardo regulable, resguardo fijo envolvente, resguardo autor regulable.
- **Trompo TRP01:** resguardo fijo envolvente, apartamanos.

III CONCLUSIONES

1. Con base en la identificación y el diagnóstico que se realizó a cada una de las máquinas de la empresa Maderbely se logró la correcta identificación de sus sistemas funcionales y la baja interacción que tienen con el control del riesgo mecánico.
2. Se logró determinar el nivel de intervención para cada una de las máquinas en la fuente, el medio y el trabajador, tomando como base la GTC 45 resultando una serie de propuestas para la empresa que de ser implementadas permitirían minimizar los peligros presentes que afectan a los trabajadores.
3. Se realizó la adaptación del QFD para el análisis del riesgo mecánico, esta herramienta permitió evaluar los diseños propuestos de los resguardos o dispositivos de seguridad con el fin de obtener los más adecuados de acuerdo con las necesidades identificadas en las máquinas seleccionadas según su funcionalidad.
4. Una vez realizada la simulación de uno de los

diseños propuestos se concluye la efectividad de los resguardos planteados y evaluados en la QFD.

REFERENCIAS

- [1] Departamento Nacional de Planeación www.dnp.gov.co. <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Programas/DesarrolloEmpresarial/CadenasProductivas.aspx> (último acceso: 20 de Mayo de 2011).
- [2] Departamento Nacional de Planeación. www.dnp.gov.co. <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/DDE/Maderas.pdf> (último acceso: 20 de Mayo de 2011).
- [3] España, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. www.insht.es. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_552.pdf (último acceso: 20 de Mayo de 2011).
- [4] ARSEG. *Compendio de Normas Legales sobre Salud Ocupacional*. Bogotá: La Empresa, 2008. 759
- [5] ISTAS. *Riesgos Mecánicos*. http://www.istas.ccoo.es/descargas/gverde/RIESGOS_MECANICOS.pdf (último acceso: 20 de 05 de 2011).
- [6] ARENAS MONSALVE, Gerardo. *Los Riesgos del Trabajo y la Salud Ocupacional en Colombia*. Bogotá: Mc Graw Hill, 1991. 190
- [7] *Manual para la Formación de Nivel Superior en Prevención de Riesgos Laborales*. España Ediciones Díaz de Santos 2005
- [8] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. *Guía para el Diagnóstico de Condiciones de Trabajo o Panorama de Factores de Riesgo su Identificación y su Valoración*. **GTC** – 45. Bogotá: ICONTEC, 2003. 45
- [9] AMGEN. *Seguridad e Higiene [en línea]*. Bogotá: La Empresa [citado 20 febrero, 2010]. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos13/hiseg/hiseg.shtml#en>
- [10] *Manual para el Técnico en Prevención de Riesgos Laborales*. Madrid Fundación Confemetal2006
- [11] *Safeguarding the Operation of Vertical Hydraulic Presses*. METALLURGIA1987pp. 280-281
- [12] *Machine Safeguarding Protects Control Solutions International*, 2003 p. 16
- [13] *Finger and Hand Protection on Circular Table and Panel Saws Safety Science*. 2009pp. 1175-1184
- [14] Salcedo, Ing. Luis Felipe. «Programa Intervención del Riesgo Mecánico.» En Programa Intervención del Riesgo Mecánico, de Ing. Luis Felipe Salcedo, 30 - 40. Bogotá: NA.
- [15] http://www.qfdlat.com/Casos_Articulos/La_Puntuacion_Ponderada_Promedio_de_las_Necesidades_del_Cliente_como_entrada_critica_para_el_QFD.pdf
- [16] http://www.qfdlat.com/_Que_es_el_QFD_/que_es_el_qfd_.html
- [17] Bernato, chesini salvador. *Acondicionador Automático para Limpieza, Enfriamiento, Deslizamiento y*

Lubricación de Sierras y Herramientas para Corte y Mejoramiento de Madera. Europa patente ar060865 (a1). 16 de 07 de 2008.



Nathaly Beltrán Londoño nació en Bogotá (Cundinamarca), el 05 de Marzo de 1988, se graduó como Ingeniera Industrial de la Fundación universitaria Los Libertadores en el año 2009; realizó una especialización en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Higiene y Salud

Ocupacional en el año 2012. Actualmente se desempeña como coordinadora a nivel nacional de HSE en una empresa de ingeniería y telecomunicaciones, implementando el sistema de gestión de Salud y Seguridad en el trabajo.



Jenny Elvira Cely Corredor nació en Bogotá (Cundinamarca), el 22 de marzo de 1984, se graduó como ingeniera electrónica de la Fundación Universidad Autónoma de Colombia en el año 2006; realizó una especialización en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en Higiene y Salud Ocupacional

en el año 2012. Se ha desempeñado en empresas de telecomunicaciones y Actualmente se desempeña como Jefe HSE en una empresa Manufacturera del sector de plástico.

Luis Fernando Vargas Tamayo nació en Sogamoso (Boyacá), el 6 de enero de 1977, se graduó como ingeniero mecánico de la Universidad Nacional De Colombia en el año 2000; posteriormente realizó una maestría en la misma universidad enfocada en Materiales y Procesos de Manufactura. Actualmente se desempeña como docente tiempo completo de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería; en la que además de impartir docencia a pregrados y posgrados, pertenece al grupo de investigación DIMSI, que centra sus actividades en la investigación dentro de los campos del diseño, las Tecnologías CAD y CAM así como las TIC relacionadas a la educación.