

Estudio ergonómico en las actividades de operación de las máquinas de Formado de Cerchas Discontinuas.

Johanell Urbina

Dpto. de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de sucre. Avenida Corpauaico, s/n 2008. Barquisimeto, Estado Lara. Derivados Siderúrgicos Calle 6 parcelas 5 y 6 Zona Industrial II Barquisimeto, Estado. Lara, Venezuela. omegared2025@hotmail.com

RESUMEN

El estudio ergonómico de puestos de trabajo permite lograr satisfacción, calidad y productividad en el desarrollo de las actividades, de allí se deriva la importancia de la presente investigación, que tiene como objetivo general proponer mejoras en las actividades de preparación, operación y supervisión de las máquinas formadoras de cerchas discontinuas, sobre la base de principios ergonómicos. La misma se desarrolló en las instalaciones de la empresa DERIVADOS SIDERÚRGICOS, C. A., perteneciente al sector metalmecánico. El estudio se llevó a cabo diagnosticando la situación actual en la sección de formado de cerchas, evaluando el nivel de riesgo, estableciendo las propuestas de mejoras y valorando técnicamente su factibilidad. Se aplicaron técnicas tales como: observación directa, tormenta de ideas, entrevistas no estructuradas, el método William Fine y el método RULA. Como resultados obtenidos destacan: un indicador de tiempo de exposición al riesgo de 72%, un nivel de riesgo para la actividad de tres (3) puntos de acuerdo al método RULA y un grado de peligrosidad de veinticinco (25) de acuerdo al método William Fine, considerado moderado aceptable. Las propuestas de mejora realizadas fueron: la colocación de sillas con características apropiadas, adecuación del lugar de trabajo y el rediseño de actividades.

Palabras claves: Ergonomía, RULA, metalmecánica, cercha

ABSTRACT

El estudio ergonómico de puestos de trabajo permite lograr satisfacción, calidad y productividad en el desarrollo de las actividades, de allí se deriva la importancia de la presente investigación, que tiene como objetivo general proponer mejoras en las actividades de preparación, operación y supervisión de las máquinas formadoras de cerchas discontinuas, sobre la base de principios ergonómicos. La misma se desarrolló en las instalaciones de la empresa DERIVADOS SIDERÚRGICOS, C. A., perteneciente al sector metalmecánico. El estudio se llevó a cabo diagnosticando la situación actual en la sección de formado de cerchas, evaluando el nivel de riesgo, estableciendo las propuestas de mejoras y valorando técnicamente su factibilidad. Se aplicaron técnicas tales como: observación directa, tormenta de ideas, entrevistas no estructuradas, el método William Fine y el método RULA. Como resultados obtenidos destacan: un indicador de tiempo de exposición al riesgo de 72%, un nivel de riesgo para la actividad de tres (3) puntos de acuerdo al método RULA y un grado de peligrosidad de veinticinco (25) de acuerdo al método William Fine, considerado moderado aceptable. Las propuestas de mejora realizadas fueron: la colocación de sillas con características apropiadas, adecuación del lugar de trabajo y el rediseño de actividades.

Keywords: Ergonomics, RULA, metal mechanics, trusses

1. INTRODUCCIÓN

La educación y desarrollo de las organizaciones modernas, dependen en gran parte del sentido de la responsabilidad del recurso humano, es por ello que cada día son más las organizaciones que aportan tiempo y dinero a la seguridad y prevención de accidentes de trabajo. Los cambios de orden tecnológico y político han tornado obsoletas las respuestas del pasado frente a los problemas actuales vinculados a la seguridad industrial, ahora llamada Seguridad y Salud Laboral.

Es por ello que, para la Empresa DERIVADOS SIDERÚRGICOS, C. A., es prioritario aplicar herramientas y métodos que ofrezcan respuesta a esas necesidades de cambio propiciadas por el clima organizacional actual, donde la ergonomía juega un rol protagónico en el diseño de actividades, procesos y métodos de trabajo, por lo que se planteó la realización de estudios basados en los principios de la ergonomía que permitiesen establecer propuestas de mejora y el rediseño de las actividades, como lo muestra la presente investigación, en la cuál se plantea como objetivo general proponer mejoras en las actividades de preparación, operación y supervisión de las máquinas de formado de cerchas.

Es bien sabido que la manipulación de materiales y la realización de actividades manuales de forma inadecuada, afecta al aparato osteomuscular, generando lumbalgias, dolor cervical y en las extremidades superiores (Coves, 2000), además el trabajo hombre – máquina, en especial del sector metalmecánico es considerado de alto riesgo al ubicarse en el segundo lugar de las estadísticas de accidentabilidad en los últimos años, de allí la importancia del presente estudio con el cual se proponen estrategias de mejoras sobre la base de los principios de la ergonomía. Desde el punto de vista social, considerando algunas manifestaciones de incomodidad e inconformidad de los trabajadores del área, se pretende crear un clima favorable a través de las propuestas y finalmente la implantación de las mejoras. Desde el punto de vista técnico – económico, se pretende rediseñar las actividades, implementar mejoras en el lugar de trabajo y optimizar el uso de los recursos.

Se debe resaltar que el estudio fue realizado en el puesto de trabajo, *Área de formado de cerchas discontinuas* ubicada en el galpón de producción N° 2, los resultados obtenidos aplican a los nueve (9) trabajadores que ocupan el puesto durante las diferentes jornadas de labor, a razón de dos (2) operadores y un (1) ayudante por turno. A fin de cumplir con el objetivo planteado, el estudio se desarrolló en tres fases: en la primera de ellas, se diagnóstico la situación actual en la sección de formado de cerchas, en la segunda fase se evaluó el riesgo, y en la tercera fase se establecieron las propuestas de mejoras. Finalmente se evaluó la factibilidad técnica de dichas propuestas.

A continuación se detalla la información recolectada durante el período de investigación correspondiente a cada uno de los objetivos planteados:

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para llevar a cabo el diagnóstico se realizó en primer lugar un histórico de los reportes de lumbalgias, registrados en seis (6) meses de estudio en los trabajadores que realizan la actividad de preparación, operación y supervisión de las máquinas. De lo cual se obtuvo como resultado un solo caso registrado, el cual requirió de tres (3) días de reposo, se le realizó un estudio radiológico al trabajador afectado, teniendo como resultado que sufre de cambios degenerativos con reducción de espacio intervertebral, se remitió al servicio de Traumatología del I. V. S. S. y se está a la espera del informe del médico tratante. En cuanto a índices de accidentabilidad, se realizó una evaluación en el mismo período de tiempo, en la cual no ocurrieron accidentes en esta sección del proceso.

RIESGOS LABORALES:

El ambiente laboral que rodea la actividad de formado de cerchas discontinuas está compuesto por diferentes agentes de riesgo, entre los que destacan el ruido, cuyo indicador promedio es de 97 Db. Otra de las condiciones ambientales la representa el calor, el cual está en función de las condiciones ambientales y el calor generado por las máquinas. Además, existen agentes de riesgos mecánicos, quedar atrapado por partes móviles de las máquinas, el riesgo de sufrir caídas de un mismo nivel propiciadas por el contacto con: agua, aceite, herramientas y materiales esparcidos por el piso. El trabajador de esta área está expuesto al contacto con objetos filosos y cortantes, extremos de los alambres que conforman la cercha, del alambre crudo utilizado para realizar los

amarres de productos finales y contacto con herramientas manuales tales como llaves de ajuste, cizallas, destornilladores manuales, entre otros.

Asimismo, la presencia de productos y materiales inflamables que se encuentran en diferentes lugares de la planta, y alrededores del área objeto de estudio debe ser tomada en cuenta como un riesgo de incendio, por otro lado, se tiene presente el factor de riesgo químico, debido a la inhalación de vapores de soldadura y polvos ferrosos propios del proceso productivo. Durante el desarrollo de la actividad, se adoptan posiciones incómodas e inadecuadas, la jornada de trabajo de pie por tiempo prolongado y el empuje y levantamiento de cargas hacen que se encuentre expuesto a agentes de riesgo disergonómico. Finalmente, el trabajador de esta sección se encuentra expuesto a riesgos eléctricos, esto motivado a que las máquinas funcionan con corriente de alta tensión, además de las diferentes acometidas, cables y conexiones presentes en los alrededores.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE FORMADO DE CERCHAS DISCONTINUAS:

A partir de la observación directa en el sitio de trabajo, y de entrevistas no estructuradas sostenidas con el personal del área y del departamento de producción, se pudo conocer que el proceso de formado de cerchas figura como una actividad netamente productiva de la empresa DERIVADOS SIDERÚRGICOS, C. A., ya que el resultado de esta actividad, son cerchas electrosoldadas que salen del sistema como producto terminado, es decir, van directamente hacia el cliente como refuerzos estructurales de acero. La sección objeto de estudio, consta de dos máquinas que no son modernas, por lo que algunas actividades son realizadas manualmente, además, una de estas máquinas nunca estuvo operativa al momento del estudio, debido a labores de mantenimiento y falta de personal para el manejo y operación de la misma.

El proceso comienza con la alimentación de la máquina, la cual requiere de cuatro (4) bobinas de alambre para su funcionamiento, tres (3) de ellas van directamente a la máquina soldadora de estribos a la cercha y forman la estructura central de la misma, mientras que la bobina restante va al troquel para formar los estribos. La alimentación consiste en retirar el carrete de bobina vacío, y colocar una nueva bobina, tanto para el troquel como para la soldadora de cerchas según sea el caso. El operador de estas máquinas solicita al operador de Puente Grúa del área la colocación de bobina en el devanador que requiera alimentación, la cual es tomada del almacén de productos en proceso.

En el caso del troquel, la alimentación se efectúa halando un extremo del alambre desde la bobina hasta la estructura de alimentación, la cual posee una serie de rodillos por los que circula el alambre hasta llegar a la prensa dobladora y sistema de corte automático. Para el caso de la alimentación de la máquina soldadora de estribos a la cercha, se traslada un extremo del alambre de la bobina y se une al extremo del alambre que está en la máquina a través de soldadura de punto.

Aún cuando la alimentación de esta parte de la máquina contempla realizar el recorrido del alambre por una serie de estructuras y rodillos que posicionan el alambre para formar la estructura de la cercha, hasta llegar al sistema de halado y soldadura que posee la máquina, esta operación solo se realiza cuando la máquina se va a alimentar por primera vez, ya que luego de esto, cuando se requiere colocar nuevo alambre se hace por unión de soldadura de punto, procedimiento descrito anteriormente.

La alimentación es una de las actividades con mayor riesgo del proceso, debido a que se realiza de forma manual, y en donde el trabajador ejerce el mayor esfuerzo físico, al halar el extremo del alambre desde el portabobinas o devanador correspondiente para llevarlo hasta la máquina de soldadura de punto para realizar las uniones respectivas. Para el caso del troquel, el alambre es llevado directamente hasta el sistema de rodillos y arrastre de la máquina, es decir no se une con soldadura, por lo que el trabajador de esta área está más expuesto a los agentes de riesgo, ya que es una actividad manual en la que el contacto hombre –máquina es más directo.

Seguidamente, luego de alimentar la máquina, se desarrollan dos actividades automáticas, como son el formado de estribos y soldadura de cerchas, la primera actividad consiste en hacer pasar el alambre liso por el troquel, el cual cuenta con una prensa que dobla y corta el alambre en función de la altura deseada que va a tener la cercha, entendiéndose como altura a la distancia que hay entre los alambres inferiores y los superiores de la estructura de la cercha. El operador de troquel apila los estribos y luego los traslada de forma manual desde la estructura de salida del troquel hasta el sistema de alimentación de estribos de la máquina soldadora de cerchas.

La segunda actividad automatizada es la soldadura y formado de la cercha en si, en la cual los diferentes alambres pasan por una serie de rodillos y sistemas de guía que los posicionan formando la estructura según se requiere, luego pasan por el alimentador de estribos que coloca los mismos automáticamente en una posición específica, seguidamente, toda la estructura pasa por los electrodos que posee la máquina uniendo los extremos de los estribos a los alambres superiores e inferiores de la estructura según corresponda. La cercha ya soldada, pasa por una cizalla automática que la corta a las medidas de longitud previamente especificadas.

La cercha terminada es apilada de forma manual en una estructura en forma de mesa, y luego es trasladada de la misma manera hasta otra estructura de mayor altura con el objeto de formar los paquetes y realizar los amarres, representando así otra condición de riesgo debido al esfuerzo físico que ejerce el trabajador por ser una actividad manual. El proceso culmina al hacer el despacho de las cerchas en paquetes, actividad que realiza el operador de montacargas en coordinación con los operadores de la máquina. Es de resaltar que al momento de trasladar los paquetes y realizar los amarres, la máquina de soldadura de estribo a la cercha no esta operativa, ya que el operador de la misma debe trasladarse hacia el área donde se encuentran los paquetes para colaborar con el traslado y amarre de los mismos.

ESTUDIO DE TIEMPOS:

Dentro del proceso de formado de cerchas discontinuas existen actividades que presentan mayor exposición a los agentes de riesgo, como son la alimentación y el traslado de las cerchas al momento de hacer los amarres. Por lo cual es necesario establecer el tiempo que dura el operador ejecutando estas actividades, y en función del tiempo total del proceso determinar un indicador de exposición al riesgo. Fue necesario identificar algunas características del proceso, como fueron el tipo de alambre procesado, la velocidad de la máquina, el tiempo que le demora a la misma fabricar o formar una cercha y la cantidad de productos finales obtenidos en un periodo de tiempo.

Este estudio se realizó siguiendo la metodología de Westinghouse (Burgos, 2005) para establecer el número de ciclos a observar, haciendo el estudio aceptable desde el punto de vista estadístico, en función de la duración del ciclo y la frecuencia anual. Así, se requieren de dos (2) observaciones para ciclos de aproximadamente tres (3) horas de proceso, con una repetitividad de mas de 10.000 veces por año (Datos medidos y suministrados por el departamento de producción). Sin embargo, para hacer un estudio más preciso se realizaron cuatro observaciones y toma de tiempos.

De igual manera se determinó un coeficiente de velocidad, el mismo fue de 1,16 y se mantuvo constante para los tres trabajadores, fue establecido en función de las características del área de trabajo y la aptitud del trabajador con respecto a la realización de la actividad. También se determinó el tiempo normal del proceso (1) en función del tiempo promedio de las cuatro observaciones realizadas a cada actividad, y el tiempo estándar (2) respectivo, utilizando para ello la tabla de tolerancias típicas como porcentaje del tiempo normal, obteniendo como resultado que se requería de un margen de tolerancias del 38% del tiempo normal asociado. Burgos (2005).

$$T_N = TPS \times C_V \quad (1)$$

$$T_E = T_N + Tol \quad (2)$$

Los resultados obtenidos a partir de esta herramienta de Ingeniería de Métodos se presentan a continuación. (Tabla 1).

Tabla 1: Tiempo estándar de operación

MÁQUINA	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES				TIEMPO	TIEMPO
		1	2	3	4	PROMEDIO	ESTANDAR
TROQUEL	TRAS. CARRTE VACÍO	0,57	0,76	0,52	0,57	0,60	0,97
	TRAS. Y COLOC. BOBINA NVA.	0,98	0,92	0,75	1,58	1,06	1,70
	ALIMENTAR TROQUEL	1,40	1,75	1,55	1,42	1,53	2,45
	FORMADO DE ESTRIBOS	250,78	250,78	250,78	250,78	250,78	401,45
	COLOCAR ESTRIBOS	0,85	0,63	0,61	0,59	0,67	1,08
	DESCANSO	0,78	0,83	0,95	0,77	0,83	1,34
SOLDADORA	TRAS. CARRTE VACÍO	4,80	4,65	4,09	4,35	4,47	7,16
	TRAS. Y COLOC. BOBINA NVA.	5,08	5,73	5,87	5,55	5,56	8,90
	ALIMENTAR MÁQUINA	9,33	9,70	10,08	9,95	9,77	15,63
	FORMADO DE CERCHAS	333,98	333,98	333,98	333,98	333,98	534,64
	APILADO	0,24	0,24	0,22	0,20	0,22	0,36
	TRASLADO P/ AMARRE	0,16	0,13	0,13	0,11	0,13	0,21
	ATADO	0,24	0,39	0,23	0,22	0,27	0,43
	ASEGURAR ATADO	0,19	0,21	0,24	0,19	0,21	0,33
TIEMPO ESTANDAR (TOTALES)		Duración Total Soldadora de Cerchas				567,66	
		Duración Total Troquel				408,97	

DIAGRAMA HOMBRE – MÁQUINA:

Con base en el estudio de tiempo, y a fin de determinar el factor de exposición al riesgo de cada trabajador, se realizó un diagrama hombre – máquina (Burgos 2005) para dos (2) horas de proceso, en el cual se representan gráficamente, sobre una escala de tiempos las actividades realizadas por cada uno de los trabajadores, y por las máquinas al momento de ejecutar las actividades de preparación, operación y supervisión en la sección de formado de cerchas.

Los resultados obtenidos a partir de esta herramienta de Ingeniería de Métodos pueden observarse en la tabla N° 2, a partir de ellos se puede determinar que existe discrepancia en los tiempos de actividad y descanso de los trabajadores, lo mismo sucede con los tiempos de actividad e inactividad de las máquinas. Además, existen indicadores de actividad cercanos al 87% para el operador de la soldadora de estribos a la cercha, y para el ayudante, que si se comparan con el indicador de actividad de la máquina lo superan aproximadamente un 20%. Así mismo, puede apreciarse la distribución de trabajo del operador del troquel, la cual puede considerarse aceptable ya que la diferencia entre el tiempo de actividad y descanso es de aproximadamente 17%, y el indicador de actividad de la máquina es el más elevado de todo el sistema.

Tabla 2: Tiempo estándar de operación

		Operador 1		Troquel		Operador 2		Soldadora		Ayudante	
TOTALES	Activo	49,19	Activo	105,16	Activo	104,04	Activo	78,42	Activo	104,04	
	Inactivo	70,28	Inactivo	15,11	Inactivo	16,06	Inactivo	41,68	Inactivo	16,06	
	Total	119,47	Total	120,27	Total	120,10	Total	120,10	Total	120,10	
PORCENTAJES	Activo	41,17%	Activo	87,44%	Activo	86,63%	Activo	65,30%	Activo	86,63%	
	Inactivo	58,83%	Inactivo	12,56%	Inactivo	13,37%	Inactivo	34,70%	Inactivo	13,37%	

Ahora bien, esta discrepancia se debe a que tanto el ayudante como el operador de la máquina soldadora de estribos a la cercha deben dejar la máquina inactiva para dedicarse a la actividad de apilado del producto final, de lo contrario, la maquina se trabaría con el producto en proceso que circula por los electrodos. Esto además de

afectar la productividad del proceso, incrementa el factor de exposición al riesgo, el cual asciende aproximadamente a un 87% del tiempo utilizado para la elaboración del estudio (2 horas).

EVALUACIÓN DEL RIESGO DISERGNÓMICO A TRAVÉS DEL METODO RULA:

El método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) (Universidad Politécnica de Valencia, 2008) fue desarrollado para evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo disergonómico que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas, actividad estática del sistema musculoesquelético, entre otros. Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas son fundamentalmente angulares, las mismas, pueden realizarse directamente sobre el trabajador. No obstante, es posible emplear fotografías del trabajador adoptando la postura estudiada y medir los ángulos sobre éstas, como se hizo en el presente estudio. La puntuación asignada está determinada por el grado de severidad, o exposición al riesgo, mientras mayor sea la puntuación, más riesgosa resulta la posición adoptada.

A efectos de evaluar los riesgos a través del método RULA, solo se utilizó la posición de apilado de cerchas, considerada como postura crítica, ya que ésta posee la mayor carga disergonómica, por ser ejecutada manualmente, además de las posturas incómodas adoptadas y la repetitividad de movimientos realizados. El método divide el cuerpo humano en dos grandes grupos, en los cuales se determinan las puntuaciones respectivas (Tabla 3).

Tabla 3: Puntuación del método RULA asociada al valor del ángulo y la parte del cuerpo asociada

GRUPO	MIEMBRO	Pts.	Posición / Valor del Angulo
GRUPO A	Brazo	1	desde 20° de extensión a 20° de flexión
		2	extensión > 20° o flexión entre 20° y 45°
		3	flexión entre 45° y 90°
		4	flexión mayor de 90°
	Antebrazo	1	flexión entre 60° y 100°
		2	flexión < 60° o mayor a 100°
	Muñeca	1	si está en posición neutra respecto a flexión
		2	flexionada o extendida entre 0° y 15°
		3	flexión o extensión mayor a 15°
GRUPO B	Cuello	1	flexión entre 0° y 10°
		2	flexión entre 10° y 20°
		3	flexión mayor de 20°
		4	si esta extendido
	Tronco	1	sentado y bien apoyado
		2	flexionado entre 0° y 20°
		3	flexionado entre 20° y 60°
		4	flexionado mas de 60°
	Piernas	1	sentado con piernas apoyadas
		1	de pie con peso simétricamente distribuido
		2	si no se cumple cualquiera de las anteriores

Las fotografías (Figura 1), muestran la posición asociada a la actividad de apilado de cerchas, a la vez que identifican la posición de las partes del cuerpo evaluadas, y el valor de los ángulos respectivos.

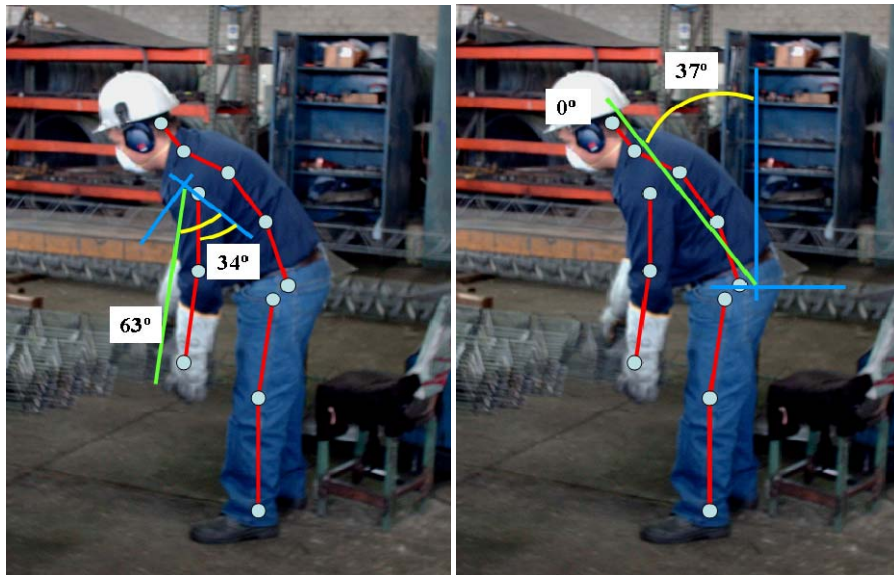


Figura 1: Posición adoptada al momento de realizar el apilado de cerchas asociada al ángulo y posición de cada parte del cuerpo

Del análisis con el método RULA se obtuvieron las puntuaciones siguientes del grupo A: para el brazo una puntuación de dos (2), para el antebrazo una puntuación de uno (1) y para la muñeca una puntuación de tres (3). Para el grupo B, se obtuvieron los siguientes resultados: para el cuello una puntuación de uno (1), ya que se encuentra en una posición neutra, para el tronco una puntuación de tres (3), postura medianamente crítica y para las piernas una puntuación de uno (1). Todos estos valores son evaluados para determinar las puntuaciones globales tanto para el grupo A, como para el grupo B, las cuales fueron tres (3) y tres (3) respectivamente, estas puntuaciones se ven afectadas por el peso de la carga manipulada, la cual es de aproximadamente 15,32 Kg. (Datos suministrados por el Departamento de Producción). Por lo que el método RULA sugiere sumar dos (2) puntos adicionales a cada valor, obteniendo así las puntuaciones C de cinco (5) puntos, y la D cinco (5) puntos, esto determina que desde el punto de vista ergonómico, tanto las extremidades inferiores, como las superiores, el tronco y el cuello están expuestas a un factor de riesgo disergonómico equivalente. Finalmente se obtiene una puntuación global del método de seis (6) puntos, la cual de permite determinar que el factor de riesgo asociado es de tres (3) puntos, considerado como moderado, donde se requiere un rediseño de la tarea. (Universidad Politécnica de Valencia, 2008).

EVALUACIÓN DEL RIESGO GLOBAL DE LA ACTIVIDAD A TRAVÉS DEL METODO WILLIAM FINE:

El Método de William Fine es un procedimiento científico por medio del cual se realiza la evaluación de los agentes de riesgo, estableciendo un orden de importancia en función de sus consecuencias, probabilidades de ocurrencia de accidentes y de los tiempos de exposición, a través de estos valores se determina un índice de severidad. Se debe resaltar que esta metodología fue desarrollada en primera instancia para la evaluación de riesgos con indicadores muy altos, cuyas medidas correctivas y de prevención son de costo muy elevado. Sin embargo, ha sido aplicado en instalaciones y puestos de trabajo con indicadores de riesgo de bajo nivel obteniendo buenos resultados. (Cámara Madrid, 2008).

Dentro de sus conceptos figuran las **Consecuencias**, que se definen como el daño originado de acuerdo a la gravedad del riesgo; tomando en cuenta los daños que genera la ocurrencia de un accidente al trabajador, incluyendo la muerte, así como también los daños materiales. Seguidamente se evalúa el factor **Exposición**,

siendo este la frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, tomando en cuenta la presencia de situaciones y condiciones inseguras que pueden propiciar la ocurrencia del accidente. Finalmente, se estudia la **Probabilidad**, esta se define como la posibilidad de que una vez presente la condición o el agente de riesgo se origine un accidente. Tomando en cuenta la secuencia completa de acontecimientos que desencadenan el mismo, es decir, todas las acciones del trabajador y del proceso ante el agente de riesgo.

Estos resultados son evaluados en la tabla N° 4, a fin de obtener un grado de peligrosidad de la actividad.

Tabla 4: Valores utilizados para la evaluación del método William Fine

CONSECUENCIAS	C	EXPOSICIÓN	E
Catastrofe: numerosas muertes	100	Continuamente	
Varias Muertes	50	Muchas veces al día	→ 10
Una Muerte	25	Frecuentemente	
Lesiones Muy Graves: Invalidez Permanente	15	Aprox, una vez al día	6
Lesiones Graves: Amputaciones, fracturas	→ 5	Ocasionalmente	
Lesiones Leves: Traumatismos Superficiales	1	1 vez a la semana a 1 vez al mes	3
PROBABILIDAD	P	Irregularmente	
Es el resultado mas probable y esperado	10	De 1 vez al mes a 1 vez al año	2
Es completamente probable, no será extraño	6	Raramente	
Seria una secuencia o coincidencia rara pero posible, ha ocurrido	3	Cada bastantes años	1
Coincidencia muy rara pero se sabe que ha ocurrido	1	Remotamente	
Coincidencia extremadamente remota posible	0,5 ←	No se sabe que haya ocurrido	0,5
Coincidencia prácticamente imposible jamás ha ocurrido	0,3		

Partiendo de los indicadores de morbilidad suministrados por el Servicio Médico de la empresa y las Estadísticas de Accidentabilidad se determina que no han ocurrido accidentes graves en esta sección del proceso, durante el periodo de estudio, sin embargo, el propósito de este estudio es el de prevenir la ocurrencia de accidentes, tomando en cuenta las lesiones que puede sufrir el trabajador al momento de realizar las actividades manuales, se le otorga a las Consecuencias una puntuación de Cinco (5) (Lesiones Graves). En cuanto a la Exposición al Riesgo, la misma esta determinada a partir de los resultados obtenidos en el Estudio de Tiempo, tomando en cuenta que se tiene un indicador porcentual muy elevado de actividad para los trabajadores, a este factor se le asigna una puntuación de diez (10). Finalmente, en cuanto a la Probabilidad de Ocurrencia de accidentes, tanto los indicadores de Accidentabilidad, como los de Morbilidad indican que no han ocurrido accidentes graves en esta sección del proceso durante el periodo de estudio, sin embargo, no se descarta que puedan ocurrir, por tanto se le otorga un valor de 0,5.

El grado de peligrosidad es el resultante de multiplicar los valores asignados a cada variable estudiada, teniendo como resultado un valor de veinticinco (25), lo cual de acuerdo a la metodología utilizada califica el riesgo global del proceso de formado de cerchas discontinuas como riesgo moderado. El método define que la situación no es una emergencia, pero que deben corregirse ciertos factores que pueden afectar la seguridad y la salud de los trabajadores. (Cámara Madrid, 2008).

3. PROPUESTAS DE MEJORA

Las propuestas de mejoras se orientaron en tres aspectos considerados importantes, como son: La ergonomía, el desarrollo de la actividad y el lugar de trabajo. Dichas propuestas se desarrollan a continuación:

MEJORAS EN CUANTO A ERGONOMÍA:

Partiendo del estudio de tiempo realizado, se pudo observar que durante el proceso de formado de cerchas discontinuas existen actividades que se desarrollan por un tiempo prolongado en sedestación (sentado), como son la operación de la máquina de soldadura de estribos a la cercha, y los intervalos de descanso tanto del trabajador que realiza el apilado del producto, como del operador del troquel. Se debe resaltar que para sentarse estos trabajadores utilizan implementos y asientos improvisados, los cuales no cuentan con un espaldar, por lo que no brindan el apoyo suficiente a la columna vertebral, sus dimensiones son muy reducidas y no proporcionan el soporte necesario para el tronco y las extremidades inferiores del trabajador. Además el asiento del operador de la soldadora de estribos a la cercha es muy alto, propiciando que el trabajador incline más el cuello para prestar atención a la operación de la máquina. Es por ello que se propone colocar sillas con espaldar, que posean dimensiones tales que sirva de mejor apoyo tanto para la columna vertebral, como para el tronco y las extremidades inferiores.

MEJORAS EN CUANTO AL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD:

Además de lo anterior, tomando en cuenta los resultados de las diferentes herramientas de evaluación de riesgos utilizadas, se plantea hacer un estudio de factibilidad tanto a nivel técnico como económico, que permita establecer la automatización de la actividad de apilado de cerchas discontinuas, a fin de evitar la exposición a los agentes de riesgo disergonómico por parte de los trabajadores que desarrollan esta actividad. Esta mejora consiste en retomar un proyecto de fabricación de un sistema de apilado automático, desarrollado en su totalidad con mano de obra de la empresa, y el asesoramiento técnico de personal especializado.

MEJORAS PARA EL LUGAR DE TRABAJO:

Aunado a las mejoras anteriores, tomando en cuenta las observaciones realizadas en el sitio de trabajo, y la información suministrada por los trabajadores del área, se pudo apreciar que, el trabajador que opera y ordena los estribos en el troquel esta sometido a vibraciones propiciando el desarrollo de enfermedades ocupacionales y trastornos a nivel dorsolumbar, además, el piso de la plataforma donde labora es muy irregular, propiciando el riesgo de caídas de un mismo nivel. Es por ello que se propone colocar un revestimiento de goma al piso de esta plataforma, el cual además de reducir y prevenir el riesgo de caídas, es un material que absorbe vibraciones, reduciendo así la exposición del trabajador a este agente de riesgo. Por otro lado, el operador que manipula y vigila el correcto funcionamiento de la máquina soldadora de estribos a la cercha, además de estar en contacto directo con la máquina, su ubicación para desarrollar las actividades es muy cercana a los electrodos de la soldadora, bajo estas condiciones el trabajador esta expuesto sobremanera al contacto con partículas en suspensión, es decir, las virutas calientes que salen despedidas directamente del proceso de unión, realizado por soldadura de electropunto de los estribos a la estructura de la cercha. Es por ello que a fin de reducir el riesgo asociado a esta actividad, se recomienda la colocación de una pantalla acrílica sobre los electrodos, la cual además de proteger al trabajador de las partículas calientes que salen despedidas de la máquina, permita la supervisión del proceso de una forma segura, evitando que el trabajador quede expuesto al contacto directo con estas partículas.

4. CONCLUSIONES

El propósito del estudio fue el de crear un plan de mejoras con el fin de reducir a un mínimo aceptable los factores de riesgo asociados a las actividades de preparación, operación y supervisión de las máquinas formadoras de cerchas discontinuas, para lo cual fue necesario realizar un análisis basado en criterios de ergonomía. Luego de realizar las visitas respectivas al sitio de trabajo, de recolectar la información pertinente, aplicar las herramientas de Ingeniería de Métodos y de evaluación de riesgos respectivas, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- A través de la información recolectada en el Servicio Médico de la empresa referente a los análisis de morbilidad, se pudo evidenciar la existencia de un caso de cambios degenerativos con reducción de espacio intervertebral en seis (6) meses de estudio, de lo cual se dedujo que el desarrollo de las

actividades de preparación, operación y supervisión de las máquinas formadoras de cerchas, generan la exposición de los trabajadores a un riesgo disergonómico a nivel de miembros superiores.

- Estudiando esta actividad desde el punto de vista de la Ingeniería de Métodos, mediante la realización del estudio de tiempos y el Diagrama hombre – maquinas, se pudo determinar el tiempo de exposición al riesgo de los trabajadores del área. Además, se pudieron identificar discrepancias al comparar los tiempos de actividad de los trabajadores, con los de las máquinas, las cuales afectaban la productividad de la ejecución de esta actividad.
- Mediante el análisis de riesgo disergonómico realizado por la metodología RULA, se logró el levantamiento de índices de severidad del riesgo asociado a la actividades desarrolladas, los cuales evidenciaron la necesidad de rediseñar la tarea, encontrando como postura crítica la adoptada al momento de apilar el producto terminado, en la cual el trabajador esta sometido a un factor de riesgo equivalente tanto para los miembros superiores, como inferiores. Por otro lado, el Método William Fine, califica el factor de severidad de riesgo como moderado, con lo cual se requiere adoptar medidas que permitan mejorar las condiciones de trabajo. Estas medidas forman parte del plan de mejoras propuesto.
- La evaluación de la factibilidad técnica y económica se llevó a cabo a través de una tormenta de ideas, en la cual participaron representantes de todos los niveles de la organización, incluyendo la alta gerencia y los trabajadores del área. A partir de esta metodología se pudo determinar que todas las propuestas son factibles a nivel técnico y económico, pero su aplicación se llevará a cabo en forma gradual en función de los resultados que se obtengan. Finalmente, se debe resaltar que es de vital importancia continuar y profundizar los estudios realizados, a fin de evaluar continuamente las mejoras, y los resultados obtenidos a partir de la implementación de las mismas, esto contribuirá al mejoramiento continuo de los métodos de trabajo y al progreso del sistema de Seguridad y Salud Laboral actual.

REFERENCIAS

- Burgos, F. (2005), “Ingeniería de métodos para la Calidad y Productividad”. Universidad de Carabobo. 5ta Edición. Valencia, Venezuela.
- Cámara Madrid, (2008), “Fases de un Plan de Prevención”. Disponible en: http://www.camaramadrid.es/Fepma_Web/Prevencion. 06/15/08.
- Coves, A. (2000), “Aplicación de la Valoración de Puestos de Trabajo como Herramienta para combatir la Discriminación Salarial”. Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero en Organización. Universidad Politécnica de Cataluña. España.
- Elite Arte y Danza (2008), “Enciclopedia de Danza”. Conceptos Básicos del cuerpo Humano, Unidad 6: Columna Vertebral. Disponible en: <http://www.elitearteydanza.com.ar.htm> 06/04/08
- Programa de Actualización Continua para el Médico General. (2008), Disponible en: <http://www.drscope.com/pac/mg-2/6/index.htm>. 06/04/08
- Universidad Politécnica de Valencia. (2008), “Método Rula”. Disponible en: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>. 11/30/07

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en los procedimientos de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.