

EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO POR MEDIO DE LOS MÉTODOS ERGONÓMICOS RODGERS, OWAS, NIOSH Y RULA

Evaluation of workstation through the ergonomic methods Rodgers, Owas, Niosh and Rula.

Raúl Salvador Mejía Pacheco¹

Francisco Jesús Arévalo Carrasco²

Aarón Guerrero Campanur³

Gilberto Chávez Esquivel⁴

Resumen

La ergonomía, disciplina científica de gran importancia para las empresas que se basa en el estudio del trabajo, permite un incremento en la productividad y en la calidad de vida de los trabajadores. Es por esto que en el presente artículo se expone una evaluación del proceso productivo de envasado de una empresa de México, por medio de los métodos ergonómicos “Rodgers, Owas, Niosh y Rula”. Se observa que existen diversos factores de riesgo ergonómico asociados a cada una de las actividades que desarrollan los operadores y, que al aplicar un método ergonómico se obtiene información de gran importancia para la toma de decisiones, además de ayudar a comprender que un método no cumple únicamente la finalidad de ser un indicador del riesgo que existe al desarrollar una tarea, sino todo lo contrario. Los métodos ergonómicos evalúan los factores

¹ ITSU. Uruapan, Michoacán, México. Dirección postal: 60015. Correo electrónico: raulsalvadormejia@hotmail.com

² ITSU. Uruapan, Michoacán, México. Dirección postal: 60015. Correo electrónico: franciscoarevalo@tecuruapan.edu.mx

³ ITSU. Uruapan, Michoacán, México. Dirección postal: 60015. Correo electrónico: aaronguerrero@tecuruapan.edu.mx

⁴ITSU. Uruapan, Michoacán. México. Dirección postal: 60015. Correo electrónico: gilbertochavez@tecuruapan.edu.mx

de riesgo para determinar un plan de acción de mejora estructurado que permita crear mejores condiciones de trabajo de manera de disminuir el riesgo a la salud en los trabajadores.

Palabras clave: Factores de riesgo ergonómico, métodos ergonómicos, condiciones de trabajo.

Abstract

Ergonomics is a scientific application of great importance for companies, since it is based on the study of work, this allows an increase in productivity and in the quality of life of operators. This is why in this project an evaluation of the packaging process will be carried out through the ergonomic methods "Rodgers, OWAS, NIOSH and RULA". We can see that there are several ergonomic risk factors associated with each of the activities carried out by operators, normally these factors are never analyzed. During the development of the project it will be possible to observe that when applying an ergonomic method information of great importance is obtained that will help the decision making. In addition, it will help us to understand that a method does not only serve the purpose of being an indicator of the risk that exists when developing a task, but quite the opposite. Actually, the ergonomic methods evaluate the risk factors to be able to determine a plan of action of structured improvement that allows to create better conditions of work. The purpose of this project is to design a proposal of ergonomic improvements that help reduce the risk to health in workers.

Keywords: Ergonomic risk factor, ergonomic methods, working conditions.

Fecha recepción: 01/10/2019 Fecha revisión: 10/10/2019 Fecha aceptación: 12/11/2019

Introducción

En sus inicios la ergonomía adquirió grandes dotes científicos, debido que no era una disciplina y mucho menos una ciencia estructurada. Por lo tanto, las primeras personas que comenzaron a interesarse por esta disciplina, que en su momento aún estaba en gestación, se veían obligados a reunir sus propios datos y hacer anotaciones. Hoy en día, si no fuera por todos estos aportes que se unieron a lo largo del tiempo, no existiría la ergonomía. Gracias a los sucesos mencionados

anteriormente, ahora se cuenta con métodos de evaluación ergonómico, que de acuerdo a lo que se desea evaluar, seguramente existe uno que se adapta mejor a otro para medir el riesgo generado por los factores ergonómicos.

Desde hace tiempo los trabajos de ergonomía que se han desarrollado no terminan por cautivar a una cantidad considerable de seguidores. Las empresas normalmente suelen ver a la ergonomía como una herramienta de paso y que carece de importancia. Existen publicaciones que incluso la citan como un gasto innecesario. Lo anterior muy seguramente suele ocurrir por la simpleza de algunos métodos ergonómicos, es decir se da por hecho que fuera de aportar algo de valor, solo son pérdidas de tiempo. La mayoría de las personas, es muy seguro que tienen una idea vaga de qué es ergonomía e inmediatamente la asocian con productos que lo único que hacen es ayudar a que exista más confort. Nada más fuera de la realidad, que hacer suposiciones de ese tipo.

Como se mencionó anteriormente, debido a la falta de interés por esta área de conocimiento, se puede inferir que la cantidad de profesionales de este tipo, son muy pocos. Por lo tanto, puede ser muy común que al estar en una empresa no exista una persona capacitada en realizar análisis ergonómicos. La parte contraproducente para la ergonomía en general es que cuando existe un problema que a todas luces implica factores de riesgos ergonómicos, los demás profesionales, tienden a dar propuestas ergonómicas que no tienen fundamento alguno.

Ahora bien, existen diversos autores y una cantidad considerable de literatura que menciona que la ergonomía cada vez se vuelve una tendencia, provocando así que sean más los profesionales que se especializan en esta disciplina. En este proceso de aprendizaje es común encontrar que la ergonomía fuera de ser algo muy general y sencillo, al contrario es algo complejo, ya que algunas de las ciencias que la conforman son complejas.

Objetivo

Realizar una evaluación del proceso de envasado en el área de producción de una empresa de México, por medio de diferentes métodos ergonómicos, como medio para mejorar las condiciones de trabajo y determinar el impacto en la salud de los operadores.

Materiales y métodos

En primer lugar, se recogió información relativa a los puestos de trabajo del área de producción de la empresa, a las actividades desarrolladas en cada uno, y se identificaron las zonas del cuerpo expuestas a lesiones musculoesqueléticas.

Se realizó un análisis utilizando el diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama causa-efecto, el cual es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. Este diagrama es una herramienta de búsqueda de las causas de problemas a analizar (Romero Bermúdez, E. y Díaz Camacho, J., 2010). Con el diagrama causa-efecto se analizaron las causas que pueden provocar accidentes asociados a lesiones musculoesqueléticas.

Se aplicó el método Suzanne Rodgers, también conocido como análisis de fatiga muscular. La hipótesis es que un músculo que se fatiga rápidamente es más susceptible a daño e inflamación. Visto así, si se logra intervenir minimizando la fatiga, también se controla la aparición de lesiones o enfermedad en los músculos activos. Para evaluar la fatiga corporal, el método divide las zonas corporales en siete regiones: cuello; hombros; espalda; brazos y codos; mano, muñeca y dedos; pierna y rodilla; y tobillo, pie y dedos (De la Vega B.E., 2005).

Se realizó una evaluación con el método Owas (Ovako Working Analysis System), el cual se basa en la observación de las posturas corporales adoptadas durante el desarrollo de una tarea. El método considera hasta 252 posiciones diferentes, como resultado de las posibles combinaciones de la posición de la espalda (4 posiciones), brazos (3 posiciones), piernas (7 posiciones) y carga levantada (Secretaría del trabajo y previsión social, 2016). Las posturas son codificadas para determinar una categoría de riesgo para cada una. Las categorías de riesgo son las siguientes (Diego Mas, J. A., 2015b):

- Categoría 1: Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético. No se requieren acciones correctivas.
- Categoría 2: Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético. Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.

- Categoría 3: Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético. Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
- Categoría 4: La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético. Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Se evaluó el riesgo derivado del manejo de carga en el proceso de envasado mediante el método NIOSH, desarrollado por el departamento de salud y servicios humanos del gobierno de Estados Unidos. Este método se utiliza para la evaluación de tareas en las que se realiza levantamiento manual de carga, estableciendo el peso máximo de levantamiento recomendado (RWL) (Secretaría del trabajo y previsión social, 2016). Existen tres criterios importantes que influyen en el método: criterio biomecánico, criterio fisiológico y criterio psicofísico. El RWL se calcula con la siguiente ecuación:

$$RWL = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

Donde,

LC= Constante de carga. HM= Distancia Horizontal. VM= Distancia vertical. FM= Frecuencia. AM=Angulo de asimetría. DM=Duración del levantamiento. CM=Acople.

Una vez obtenido el RWL, se calcula el índice de levantamiento (LI) con la siguiente expresión:

$$LI = \text{Peso de la carga levantada} / RWL$$

Luego de conocido el índice de levantamiento, se valora el riesgo considerando los siguientes tres niveles (Diego Mas J.A., 2015a):

- LI menor o igual a 1: La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas.
- LI entre 1 y 3: La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.
- LI mayor o igual a 3: La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Se utilizó el método RULA para evaluar los factores de riesgo que puedan ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo (Secretaría del trabajo y previsión social, 2016). Este método divide el cuerpo en dos grupos. Grupo A compuesto por el brazo, antebrazo y muñecas. Grupo B lo conforman el cuello, el tronco y las piernas. El método de evaluación emplea una serie de tablas para identificar y calificar la postura adoptada por el operador. De acuerdo a las puntuaciones obtenidas, se establece el nivel de riesgo de la siguiente forma (Diego Mas, J. A., 2015c):

- 1 o 2 puntos: riesgo mínimo.
- 3 o 4 puntos: riesgo bajo.
- 5 o 6 puntos: riesgo moderado.
- 7 puntos: riesgo alto.

Resultados y discusión

El personal expuesto a las lesiones musculoesqueléticas pertenece al área de producción. En la Tabla 1 se muestran todas las actividades que tienen que hacer los operadores. Tiene sentido decir que el operador general es el puesto mas expuesto en la planta, debido a que realiza una cantidad mayor de actividades. La identificación de dichas actividades facilitará la determinación de la actividad con mayor riesgo laboral.

Puesto	Actividades	Descripción de actividades	Parte del cuerpo que es sometido a esfuerzo
Lider de produccion	Programación de la producción	Actividad realizada en oficinas	Espalda, cuello
	Administración de personal	Actividad realizada en oficinas	
	Supervisar producción	Recorrido por la planta	Piernas
Coordinador de producción	Coordinar producción	Actividad realizada en oficinas	Espalda, cuello
	Suministro de materia prima	Actividad realizada en oficinas	Espalda, cuello
	Reportes de calidad	Actividad realizada en oficinas	Espalda, cuello
Operador General A y B	Pesar, sellar y estibar bolsas	3 cargas manuales de bolsa 25kg,	Espalda baja Brazos Antebrazos Cuello Muñecas Piernas
	Quebrar resina en charolas	Con pizón y pico, recolectar la resina con pala y carretilla	
	Fundir brea Solida	Mover y triturar marquetas de 25 a 55 kg	
	Almacenar producto con patin	Arrastre de patin	
	Limpieza de reactor, pastilladora y quebradora	Acceso a espacios confinados	
	Rotular bolsas	Movimientos repetitivos	
Carga de MP a reactores	Manipular sacos de 25 Kg		
Analista de Producción A y B	Análisis de resinas	posturas prolongadas por trabajo	Espalda, cuello
Jefe de turno	Supervisar personal	Recorrido por la planta	Piernas
	Hacer inventarios de MP	Actividad realizada en oficina	Espalda, cuello
Materialista	Carga de MP en reactores	Manipular sacos de 25 Kg	espalda, brazos y muñecas
	Tranferencia de brea liquida	Conecion de tuberias	Brazos, muñecas
	Manejo de tambores, sacos y tarimas	Manipular cargas de forma manual	Brazos, espalda, muñecas
	Abrir y triturar MP	Manipular cargas de forma manual	Brazos, espalda, muñecas
Operador de Reactores Ay B	Operar calderas y enfriadoras	Revisión de equipos	Espalda, cuello
	Supervisar cargas y descargas de reactores	Supervisar maniobras de personal	Espalda, cuello
	Limpiar estructuras y equipos metalicos	Limpieza general de los equipos	Brazos y Muñecas

Tabla 1. Descripción de actividades por puesto de trabajo.

Diagrama de Ishikawa

A pesar de que hay cierta información importante como el hecho de que existen procedimientos de trabajo, estos no siempre se suelen seguir o en algunos casos los operadores no saben de ellos. Sin embargo, es claro que la principal causa que puede provocar accidentes es la naturaleza del proceso, ya que las actividades que realizan significan exponer al operador a una cantidad considerable de riesgos ergonómicos, tales como realizar carga manual de material, ya que en algunos casos estas cargas suelen sobrepasar los 25 kilogramos permitidos por la normatividad. Otros factores que influyen son las posturas inadecuadas por un diseño deficiente de las instalaciones, ya que con el paso del tiempo a la planta únicamente se han hecho adecuaciones sin hacer los estudios correspondientes. Definitivamente existen varias razones por las que pueden ocurrir los accidentes y las lesiones musculoesqueléticas, el diagrama de Ishikawa expuesto en la figura 1 lo simplifica.

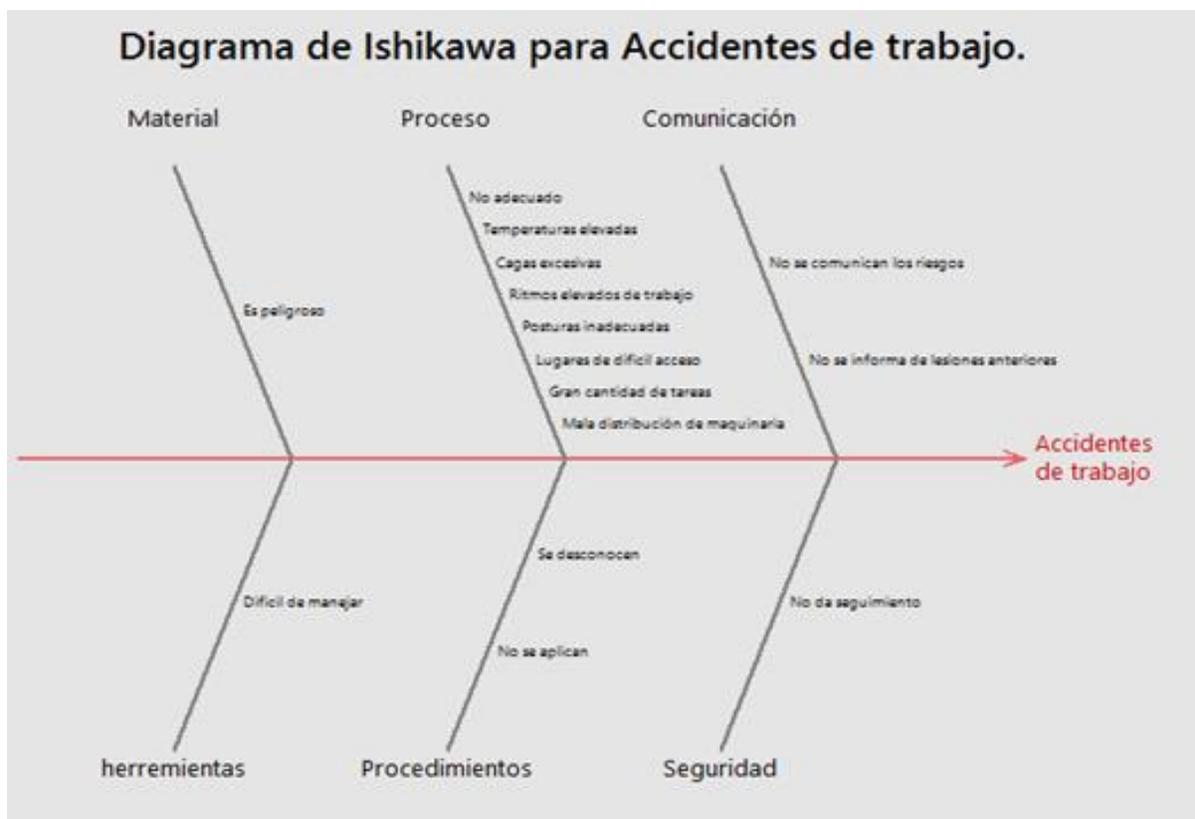


Figura 1. Diagrama de Ishikawa para accidentes de trabajo.

El operador general además tiene la tarea de rotular los sacos en los que se envasa el producto. Debido a que esto involucra una serie de actividades repetitivas, también se incluye dentro de la evaluación ergonómica. De este modo, las actividades que realiza el operador de acuerdo al tipo de resina se muestran en la tabla 2.

Actividad	Proceso donde se desarrolla la actividad
Triturar resinas en charolas	Charolas
Envasado, sellado y estiba de producto	Charolas, pastilladora
Limpieza de quebradora	Charolas, pastilladora
Rotular sacos para envasado	Charolas, pastilladora
Almacenar producto con patín	Charolas, pastilladora
Fundir breca en Melter	Charolas, pastilladora

Tabla 2. Actividades desarrolladas de acuerdo al tipo de proceso.

Aplicación método Suzanne Rodgers

Debido a que las actividades que desarrolla el operador general son diversas, sería un error tratar de inferir a simple vista cual es la actividad que genera un mayor impacto a la salud del operador, es necesario centrar los esfuerzos hacia la actividad que representa un mayor riesgo. El método Suzanne Rodgers se considera como un método de evaluación global. Por lo tanto, en este caso de estudio servirá como herramienta para determinar la actividad en la que se deben centrar las propuestas de mejora. En las siguientes tablas se observan resultados detallados de la aplicación del método Suzanne Rodgers.

ANALISIS DE SUZANNE RODGERS								
Trabajo: Triturar resina en charolas						Analista:		
Tarea: Quebrar resina en charola con picos y masos								
NIVELES DE ESFUERZO						CALIFICACIONES		
Si es un esfuerzo que la mayoría no puede hacer califique con 4								
PARTE	LIGERO - 1	MODERADO - 2	ALTO - 3	ESF	DUR	FREC	CALIF	
<i>Cuello</i>	Cabeza volteando ligeramente a un lado, atrás o levemente hacia delante	Cabeza volteando a un lado o 20 grados hacia delante	Igual que moderado pero extensión fuerte hacia atrás o peso o muy flexionada hacia delante	1	2	2	132	
<i>Hombros</i>	Brazos ligeramente alejados a los lados, brazos extendidos con algo de soporte	Brazos lejos del cuerpo, sin soporte, trabajando arriba de la cabeza	Ejerciendo fuerza o sosteniendo peso con brazos lejos del cuerpo o sobre la cabeza	DER	2	1	3	213
				IZQ	2	1	3	213
<i>Espalda</i>	Inclinando hacia un lado, o flexionando arqueando la espalda	Flexionando al frente; sin carga, cargando pesos moderados cerca del cuerpo, trabajando arriba de su cabeza	Cargando o ejerciendo fuerza mientras gira su columna, alto esfuerzo o peso mientras flexiona	2	1	3	213	
<i>Brazos Codos</i>	Brazos lejos del cuerpo, sin carga; esfuerzos ligeros cargando cerca del cuerpo	Rotando (pronación supinación de brazos) mientras se jerce fuerza moderada.	Alto esfuerzo ejercido con rotación, cargando con brazos extendidos.	DER	1	1	2	112
				IZQ	1	1	2	112
<i>Mano Muñeca Dedos</i>	Muñecas rectas ; agarres confortables	Agarres con ángulos de muñeca moderados especialmente en flexión, con moderado esfuerzo.	Pinzamientos frecuentes; muñeca muy estresada; alto esfuerzo.	DER	2	1	2	212
				IZQ	2	1	2	212
<i>Pierna Rodilla</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinándose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	3	1	3	313
				IZQ	3	1	3	313
<i>Tobillo Pie Dedos</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinándose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	2	1	3	213
				IZQ	2	1	3	213

Tabla 3. Resultados actividad triturar resina en charolas.

ANÁLISIS DE SUZANNE RODGERS								
<i>Trabajo: Envasado de producto</i>						<i>Analista:</i>		
<i>Tarea: Pesar y llenar bolsas en tolva, termosellado y cosido de bolsas, estiba de producto.</i>								
NIVELES DE ESFUERZO						CALIFICACIONES		
Si es un esfuerzo que la mayoría no puede hacer califique con 4								
PARTE	LIGERO - 1	MODERADO - 2	ALTO - 3	ESF	DUR	FREC	CALIF	
<i>Cuello</i>	Cabeza volteando ligeramente a un lado, atrás o levemente hacia delante	Cabeza volteando a un lado o 20 grados hacia delante	Igual que moderado pero extensión fuerte hacia atrás o peso o muy flexionada hacia delante	2	2	2	222	
<i>Hombros</i>	Brazos ligeramente alejados a los lados, brazos extendidos con algo de soporte	Brazos lejos del cuerpo, sin soporte, trabajando arriba de la cabeza	Ejerciendo fuerza o sosteniendo peso con brazos lejos del cuerpo o sobre la cabeza	DER	3	2	2	322
				IZQ	3	2	2	322
<i>Espalda</i>	Inclinando hacia un lado, o flexionando arqueando la espalda	Flexionando al frente; sin carga, cargando pesos moderados cerca del cuerpo, trabajando arriba de su cabeza	Cargando o ejerciendo fuerza mientras gira su columna, alto esfuerzo o peso mientras flexiona	3	2	2	322	
<i>Brazos Codos</i>	Brazos lejos del cuerpo, sin carga; esfuerzos ligeros cargando cerca del cuerpo	Rotando (pronación supinación de brazos) mientras se jerce fuerza moderada.	Alto esfuerzo ejercido con rotación, cargando con brazos extendidos.	DER	3	2	2	322
				IZQ	3	2	2	322
<i>Mano Muñeca Dedos</i>	Muñecas rectas ; agarres confortables	Agarres con ángulos de muñeca moderados especialmente en flexión, con moderado esfuerzo.	Pinzamientos frecuentes; muñeca muy estresada; alto esfuerzo.	DER	3	2	1	321
				IZQ	3	2	1	321
<i>Pierna Rodilla</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinándose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	3	2	2	322
				IZQ	3	2	2	322
<i>Tobillo Pie Dedos</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinándose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	2	2	2	222
				IZQ	2	2	2	222

Tabla 4. Resultados actividad envasado de producto.

ANALISIS DE SUZANNE RODGERS								
<i>Trabajo: Limpieza de quebradora</i>						<i>Analista:</i>		
<i>Tarea: Aseo total, incluyendo la banda transportadora</i>						<i>Turno:</i>		
NIVELES DE ESFUERZO						CALIFICACIONES		
Si es un esfuerzo que la mayoría no puede hacer califique con 4								
PARTE	LIGERO - 1	MODERADO - 2	ALTO - 3	ESF	DUR	FREC	CALIF	
<i>Cuello</i>	Cabeza volteando ligeramente a un lado, atrás o levemente hacia delante	Cabeza volteando a un lado, o 20 grados hacia delante	Igual que moderado pero con fuerza, hacia atrás o peso o muy flexionada hacia	1	3	1	131	
<i>Hombros</i>	Brazos ligeramente alejados a los lados, brazos extendidos con algo de soporte	Brazos lejos del cuerpo, sin soporte, trabajando arriba de la cabeza	Ejerciendo fuerza o sosteniendo peso con brazos lejos del cuerpo o sobre la cabeza	DER	2	2	1	221
				IZQ	2	2	1	221
<i>Espalda</i>	Inclinando hacia un lado, o flexionando arqueando la espalda	Flexionando al frente; sin carga, cargando pesos moderados cerca del cuerpo, trabajando arriba de su cabeza	Cargando o ejerciendo fuerza mientras gira su columna, alto esfuerzo o peso mientras flexiona	1	3	1	131	
<i>Brazos Codos</i>	Brazos lejos del cuerpo, sin carga; esfuerzos ligeros cargando cerca del cuerpo	Rotando (pronación supinación de brazos) mientras se jerce fuerza moderada.	Alto esfuerzo ejercido con rotación, cargando con brazos extendidos.	DER	2	2	1	221
				IZQ	2	2	1	221
<i>Mano Muñeca Dedos</i>	Muñecas rectas ; agarres confortables	Angulos de riesgo moderados, con moderado esfuerzo.	Pinzamientos frecuentes; muñeca muy estresada; esfuerzo alto	DER	2	2	1	221
				IZQ	2	2	1	221
<i>Pierna Rodilla</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinandose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	2	3	1	231
				IZQ	2	3	1	231
<i>Tobillo Pie Dedos</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinandose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	2	3	1	231
				IZQ	2	3	1	231

Tabla 5. Resultados actividad limpieza de quebradora.

ANALISIS DE SUZANNE RODGERS								
Trabajo: <i>Rotular bolsas</i>						Analista:		
Tarea: <i>Alimentar maquina para grabado de bolsas y colocar sello de manera manual</i>								
NIVELES DE ESFUERZO						CALIFICACIONES		
Si es un esfuerzo que la mayoría no puede hacer califique con 4								
PARTE	LIGERO - 1	MODERADO - 2	ALTO - 3	ESF	DUR	FREC	CALIF	
<i>Cuello</i>	Cabeza volteando ligeramente a un lado, atrás o levemente hacia delante	Cabeza volteando a un lado o 20 grados hacia delante	Igual que moderado pero extensión fuerte hacia atrás o peso o muy flexionada hacia delante	1	3	2	132	
<i>Hombros</i>	Brazos ligeramente alejados a los lados, brazos extendidos con algo de soporte	Brazos lejos del cuerpo, sin soporte, trabajando arriba de la cabeza	Ejerciendo fuerza o sosteniendo peso con brazos lejos del cuerpo o sobre la cabeza	DER	1	2	3	123
				IZQ	1	2	3	123
<i>Espalda</i>	Inclinando hacia un lado, o flexionando arqueando la espalda	Flexionando al frente; sin carga, cargando pesos moderados cerca del cuerpo, trabajando arriba de su cabeza	Cargando o ejerciendo fuerza mientras gira su columna, alto esfuerzo o peso mientras flexiona	1	3	1	131	
<i>Brazos Codos</i>	Brazos lejos del cuerpo, sin carga; esfuerzos ligeros cargando cerca del cuerpo	Rotando (pronación supinación de brazos) mientras se ejerce fuerza moderada.	Alto esfuerzo ejercido con rotación, cargando con brazos extendidos.	DER	1	2	3	123
				IZQ	1	2	3	123
<i>Mano Muñeca Dedos</i>	Muñecas rectas ; agarres confortables	Agarres con ángulos de muñeca moderados especialmente en flexión, con moderado esfuerzo.	Pinzamientos frecuentes; muñeca muy estresada; alto esfuerzo.	DER	1	2	3	123
				IZQ	1	2	3	123
<i>Pierna Rodilla</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinándose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	1	2	1	121
				IZQ	1	2	1	121
<i>Tobillo Pie Dedos</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinándose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	1	2	1	121
				IZQ	1	2	1	121

Tabla 6. Resultados actividad rotular bolsas.

ANALISIS DE SUZANNE RODGERS								
Trabajo: Almacenar producto en patin						Analista:		
Tarea: Trasladar estibas de producto a almacen								
NIVELES DE ESFUERZO						CALIFICACIONES		
Si es un esfuerzo que la mayoría no puede hacer califique con 4								
PARTE	LIGERO - 1	MODERADO - 2	ALTO - 3	ESF	DUR	FREC	CALIF	
Cuello	Cabeza volteando ligeramente a un lado, atrás o levemente hacia delante	Cabeza volteando a un lado o 20 grados hacia delante	Igual que moderado pero extensión fuerte hacia atrás o peso o muy flexionada hacia delante	3	2	1	321	
Hombros	Brazos ligeramente alejados a los lados, brazos extendidos con algo de soporte	Brazos lejos del cuerpo, sin soporte, trabajando arriba de la cabeza	Ejerciendo fuerza o sosteniendo peso con brazos lejos del cuerpo o sobre la cabeza	DER	3	2	1	321
				IZQ	3	2	1	321
Espalda	Inclinando hacia un lado, o flexionando arqueando la espalda	Flexionando al frente; sin carga, cargando pesos moderados cerca del cuerpo, trabajando arriba de su cabeza	Cargando o ejerciendo fuerza mientras gira su columna, alto esfuerzo o peso mientras flexiona	3	2	1	321	
Brazos Codos	Brazos lejos del cuerpo, sin carga; esfuerzos ligeros cargando cerca del cuerpo	Rotando (pronación supinación de brazos) mientras se jerce fuerza moderada.	Alto esfuerzo ejercido con rotación, cargando con brazos extendidos.	DER	1	2	1	121
				IZQ	1	2	1	121
Mano Muñeca Dedos	Muñecas rectas ; agarres confortables	Agarres con ángulos de muñeca moderados especialmente en flexión, con moderado esfuerzo.	Pinzamientos frecuentes; muñeca muy estresada; alto esfuerzo.	DER	2	2	1	321
				IZQ	2	2	1	321
Pierna Rodilla	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinandose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	3	2	1	321
				IZQ	3	2	1	321
Tobillo Pie Dedos	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinandose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	3	2	1	321
				IZQ	3	2	1	321

Tabla 7. Resultados actividad almacenar en patín.

ANÁLISIS DE SUZANNE RODGERS								
<i>Trabajo: Fundir brea en Melter</i>						<i>Analista:</i>		
<i>Tarea: Triturar marquetas de brea y arrojar a fundidor de brea</i>								
NIVELES DE ESFUERZO						CALIFICACIONES		
Si es un esfuerzo que la mayoría no puede hacer califique con 4								
PARTE	LIGERO - 1	MODERADO - 2	ALTO - 3	ESF	DUR	FREC	CALIF	
<i>Cuello</i>	Cabeza volteando ligeramente a un lado, atrás o levemente hacia delante	Cabeza volteando a un lado o 20 grados hacia delante	Igual que moderado pero extensión fuerte hacia atrás o peso o muy flexionada hacia delante	2	2	2	222	
<i>Hombros</i>	Brazos ligeramente alejados a los lados, brazos extendidos con algo de soporte	Brazos lejos del cuerpo, sin soporte, trabajando arriba de la cabeza	Ejerciendo fuerza o sosteniendo peso con brazos lejos del cuerpo o sobre la cabeza	DER	3	2	2	322
				IZQ	3	2	2	322
<i>Espalda</i>	Inclinando hacia un lado, o flexionando arqueando la espalda	Flexionando al frente; sin carga, cargando pesos moderados cerca del cuerpo, trabajando arriba de su cabeza	Cargando o ejerciendo fuerza mientras gira su columna, alto esfuerzo o peso mientras flexiona	4	2	1	421	
<i>Brazos Codos</i>	Brazos lejos del cuerpo, sin carga; esfuerzos ligeros cargando cerca del cuerpo	Rotando (pronación supinación de brazos) mientras se ejerce fuerza moderada.	Alto esfuerzo ejercido con rotación, cargando con brazos extendidos.	DER	2	2	2	222
				IZQ	2	2	2	222
<i>Mano Muñeca Dedos</i>	Muñecas rectas ; agarres confortables	Agarres con ángulos de muñeca moderados especialmente en flexión, con moderado esfuerzo.	Pinzamientos frecuentes; muñeca muy estresada; alto esfuerzo.	DER	3	2	2	322
				IZQ	3	2	2	322
<i>Pierna Rodilla</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinándose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	3	2	2	322
				IZQ	3	2	2	322
<i>Tobillo Pie Dedos</i>	Trabajo parado, caminando sin doblarse o inclinarse; sostenido en sus dos pies	Inclinándose hacia enfrente, apoyándose en la mesa; peso en una pierna; pivoteando mientras ejerce fuerza.	Ejerciendo gran fuerza mientras empuja, jala o carga; agazapado mientras ejerce fuerza	DER	2	2	2	222
				IZQ	2	2	2	222

Tabla 8. Resultados actividad fundir brea en Melter.

Realizadas las evaluaciones correspondientes, la tabla 9 muestra los niveles de riesgo al que están expuestas las partes del cuerpo durante el desarrollo de las actividades, de acuerdo a los resultados de la aplicación del método Suzanne Rodgers.

Método Suzanne Rodgers				
	Número de partes corporales expuestas de acuerdo al riesgo			
Actividad	Ligero	Moderado	Alto	Muy alto
Triturar resina en charolas	3	3	1	
Envasado, termosellado y estiba de producto		2	5	
Limpieza de quebradora	5	2		
Rotular bolsas para envasado	3	4		
Almacenar producto en patín	2		5	
Fundir brea en Melter		3	3	1

Tabla 9. Niveles de riesgo de partes corporales por actividad.

Aplicación método OWAS

Una vez identificado que el proceso de envasado es la actividad que representa mayor riesgo debido a los factores que involucra, se subdividió esta actividad en tres subactividades: Llenado y pesado de sacos; colocación de sacos en termoselladora y detector de metales; y estiba de sacos.

Con el método OWAS se identificó cuál de las tres subactividades es la que representa un mayor riesgo musculoesquelético.

En las siguientes figuras se observan los resultados de la aplicación del método OWAS.

		Piernas			1			2			3			4			5			6			7		
		Carga			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Espalda	Brazos																								
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3		
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4	4		
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1		
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1		
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1		
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4		
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4		
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4		

Figura 2. Resultado método OWAS llenado y pesado de sacos.

		Piernas			1			2			3			4			5			6			7		
		Carga			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Espalda	Brazos																								
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1		
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1		
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2		
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3			
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4	4		
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4		
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1		
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	1		
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1		
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4		
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4		
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4		

Figura 3. Resultado método OWAS colocación de sacos en termoselladora y detector de metales.

		Piernas			1			2			3			4			5			6			7		
		Carga									1			2			3								
Espalda	Brazos	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1		
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1		
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2		
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3		
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4	4		
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4		
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1		
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	1		
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1		
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4		
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4		
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4		

Figura 4. Resultado método OWAS estiba de sacos.

De acuerdo a los resultados, las subactividades analizadas presentan distintos niveles de riesgo que se detallan a continuación:

- Llenado y pesado de sacos: Categoría 2. Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético. Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
- Colocación de sacos en termoselladora y detector de metales: Categoría 3. Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético. Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
- Estiba de sacos: Categoría 4. La carga causada por las posturas adoptadas tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético, requiriéndose tomar acciones correctivas inmediatamente.

Aplicación método ecuación NIOSH

Los métodos anteriores han permitido medir la fatiga del operador y de manera general la postura de distintas actividades, sin embargo, no se conoce hasta el momento cual es el verdadero impacto que se genera por la carga de materiales en el proceso de envasado. Con la ayuda de la ecuación de NIOSH se obtuvo este indicador. En la tabla 10 se observan los resultados.

Ecuación de levantamiento de cargas NIOSH 1991

Ingreso de información	Valor	Unidades	Límites Aceptables
Peso de la Carga (Peso del objeto a ser manipulado)	25.0	Kg	
Frecuencia de levantamientos (F)	3	levant/min	Use los valores del menú desplegable
Duración del Trabajo	8	horas	> 0 and <= 8 horas
PUEDE MEDIRSE LA DISTANCIA HORIZONTAL?			
Si su respuesta es NO, ingrese la profundidad de la caja		cm	
Localización Horizontal de las Manos en el Origen (Ho)	50.0	cm	25.0 <= Ho < 63.0
Localización horizontal de las Manos en el Destino (Hd)	40.0	cm	25.0 <= Hd < 63.0
Localización Vertical de las Manos en el Origen (Vo)	100.0	cm	0 <= Vo < 175
Localización Vertical Location de las Manos en el Destino (Vd)	130.0	cm	0 <= Vd < 175
Angulo de Asimetría (A)	45	grados	0 < A < 135
Acople (C)	Fair		Use los valores del menú
Resultados			
Límite de Peso Recomendado (RWL)			4.8579
INDICE DE LEVANTAMIENTO (LI)			5.146266

Tabla 10. Resultados evaluación NIOSH.

De acuerdo a los resultados de la evaluación, el peso de la carga manipulada de 25 kg excede el límite de peso recomendado y, de acuerdo al índice de levantamiento obtenido, la tarea analizada ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores, por lo que debe modificarse.

Aplicación método ecuación RULA

La aplicación del método Rula se utilizó para confirmar y demostrar a los responsables de la organización que la actividad del estibado de sacos es la actividad de mayor riesgo. Para realizar esta evaluación se utilizó el software Neese Consulting, Inc. En la figura 5 se observan los resultados de la evaluación.

Complete: A. Arm and Wrist Analysis			
Final Upper Arm Score =	4	Posture A Score =	5
Final Lower Arm Score =	3	Muscle Use Score =	1
Final Wrist Score =	3	Force/load Score =	3
Wrist Twist Score =	1	Final Wrist and Arm Score =	9
Complete: B. Neck, Trunk and Leg Analysis			
Final Neck Score =	4	Posture B Score =	7
Final Trunk Score =	5	Muscle Use Score =	1
Final Legs Score =	2	Force/load Score =	3
		Final Neck, Trunk and Leg Score =	11
Final Score	7	1 or 2 = Minimum Risk	
		3 or 4 = Low Risk	
		5 or 6 = Moderate Risk	
		7 = High Risk	
<input type="button" value="Add to chart"/>		<input type="button" value="Goto Chart"/>	
<input type="button" value="Print"/>		<input type="button" value="Exit"/>	
<input type="button" value="Back"/>			
©2000 Neese Consulting, Inc. (913) 498-3746			

Figura 5. Resultados evaluación método RULA. Fuente: software Neese Consulting, Inc.

Los resultados de la evaluación establecen que existe un nivel de riesgo alto de generación de trastornos musculoesqueléticos en los miembros superiores durante la actividad de estibado de sacos.

Conclusiones

Sin lugar a duda la ergonomía es el complemento perfecto para realizar un estudio de métodos ya que al aplicar este enfoque el resultado que se tendrá serán estaciones trabajo más eficientes, pero a su vez más seguras para los operadores. Es decir, la ergonomía para el diseño plantea una importante metodología en la cual un método además de proporcionar un indicador para medir el riesgo que se genera para el operador, sirve como un procedimiento de mejora. Indica la lógica que, si existen ciertos factores que se están evaluando y provocando daños y lesiones a los operadores, la mejor manera de disminuir ese impacto al operador es atacar de manera directa los factores que el método ergonómico está utilizando.

De tal modo, es posible decir que la ergonomía es una gran herramienta que permite en primera instancia proporcionar información del proceso; es decir, conocer que tanto riesgo puede representar para un operador seguir trabajando en cierta estación. En segunda instancia es una

herramienta para rediseñar estaciones de trabajo, en las que muy seguramente al aplicar dichos conocimientos se tendrá una mejora en la productividad.

Referencias

- Cruz, S. T., Esquivel, G. C., y Campanur, A. G. (2017). Comparativa de los métodos de análisis ergonómicos OWAS, RULA y REBA en empacadoras de aguacate. *Coloquio de Investigación multidisciplinaria Journal CIM*, 497-503.
- De la Vega B.E. (2005). Listas de verificación, métodos y modelos matemáticos para evaluación ergonómica de ambientes de trabajo, segunda parte. Buenos Aires, Argentina: Estructplan. Recuperado de <https://estrucplan.com.ar/listas-de-verificacion-metodos-y-modelos-matematicos-para-evaluacion-ergonomica-de-ambientes-de-trabajo-segunda-parte/>
- Diego Mas, J.A. (2015a). Evaluación ergonómica del levantamiento de carga mediante la ecuación de Niosh. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>
- Diego Mas, J. A. (2015b). Evaluación postural mediante el método OWAS. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>
- Diego Mas, J. A. (2015c). Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Romero Bermúdez, E. y Díaz Camacho, J. (2010). El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos XL (3-4)*: 127-142. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27018888005>
- Secretaría del trabajo y previsión social (2016). Seguridad y salud en el trabajo en México: Avances, retos y desafíos. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279153/Libro-Seguridad_y_salud_en_el_trabajo_en_Mexico-Avances__retos_y_desafios__Digital_.pdf