

## **Evaluación y eliminación de condiciones inseguras en la estación de extrusión de grasa de una planta alimentaria**

Valeria Reyes, Violeta Lugo, Claudia Callejo y Francisca Nava

V. Reyes, V. Lugo, C. Callejo y F. Nava

Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Carretera del Departamento del D.F. km 7.5, Santa María Atarasquillo, Lerma, México  
violelugol@yahoo.es

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

## Abstract

In most companies, especially those operating in countries with high economic heterogeneity, currently there are tasks that need to be done manually and, involve great physical effort of workers, generating numerous musculoskeletal injuries, reducing the productivity of the company and generating costs by occupational diseases. In the process area of a food plant located in the Industrial Zone Lerma, Mexico, this problem was detected, so an analysis of the types of injuries in the short or medium term workers was generated using RULA methodology (Rapid Upper Limb Assessment). The evaluation showed that, the main risk lies in the fat extruder and shows a significant association with lifting loads and describing intolerable risk in 10% of the workers. To reduce the risk in this area a pneumatic arm for suck fat cubes was implemented, obtaining a reduction of 78% in physical workloads of operators according to RULA methodology, reducing in two the activities considered intolerable in contrast with the 9 activities that were considered intolerable before the implementation. It is important to note that improving these jobs will increase the quality of life of workers, will improve production and will decrease occupational diseases and therefore production costs in food plant study.

## 10 Introducción

Actualmente dentro del sector productivo existe una creciente necesidad de mecanización y automatización de los procesos, lo cual tiene como objetivo principal acelerar los ritmos de trabajo y tener menores pérdidas atribuibles a errores humanos (Niebel, 2007). Sin embargo en la mayoría de las empresas, actualmente existen tareas que deben efectuarse manualmente y que entrañan un gran esfuerzo físico como posturas, movimientos, repeticiones, vibraciones y carga estática y dinámica, lo que genera en los trabajadores numerosas lesiones musculo esqueléticas, como síndrome del túnel carpiano, lumbalgia o cervicalgia y tensión ocular (Gómez- Conesa, 2002).

La ergonomía como una ciencia que busca la adaptación del trabajo al trabajador y no lo contrario, se ha enfocado en determinar cómo diseñar o adaptar un área de trabajo al trabajador, a partir de estudios de diferentes trabajos (tareas) y su cuerpo humano. Para ello ha aportado algunas metodologías ergonómicas que permiten evaluar y precisar el tipo de daño que puede sufrir el trabajador al desempeñar una tarea y que es lo más recomendable para disminuir su fatiga y así evitar problemas de salud y aumentar su eficiencia (Cimino, Longo & Mirabelli, 2009). La ergonomía tiene amplio alcance, abarca las distintas condiciones laborales que pueden influir en la comodidad y la salud del trabajador, comprendiendo factores como la iluminación, el ruido, la temperatura, las vibraciones, el diseño del lugar en que se trabaja, de las herramientas, de las máquinas, de los asientos y el calzado y finalmente el del puesto de trabajo, incluidos elementos como el trabajo en turnos, las pausas y los horarios de comidas etc. (OIT, 2003).

Cabe aclarar que estos factores son estudiados y evaluados por otra disciplina dentro del ámbito laboral llamada higiene industrial. La higiene industrial evalúa estos factores para verificar que se encuentren dentro de los límites permitidos indicados en las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con los aspectos de higiene y seguridad en el trabajo, de observancia obligatoria.

Por otro lado, a la ergonomía industrial le interesan estos factores no para ver que estén dentro de sus límites permisibles, es más, pueden estar bien por debajo de esos límites, pero aun así estar distraendo o molestando al trabajador y por tanto disminuyendo su desempeño y propiciando que ocurra un accidente o provocando acciones riesgosas de su parte (Oborne, 1990).

Dentro de la empresa alimentaria en estudio, ubicada en la zona industrial Lerma, Estado de México, se ha apostado mucho a la automatización de los procesos, buscando con ello altos índices de calidad y reducción de costos que les permitan colocar su amplia gama de productos en líderes en el mercado. Sin embargo, resulta importante señalar que en estas empresas aún prevalecen trabajos manuales que generan fatiga al trabajador y lo que es más importante, serias lesiones a corto plazo, ocasionando además bajos niveles de productividad y por lo tanto pérdidas a la empresa.

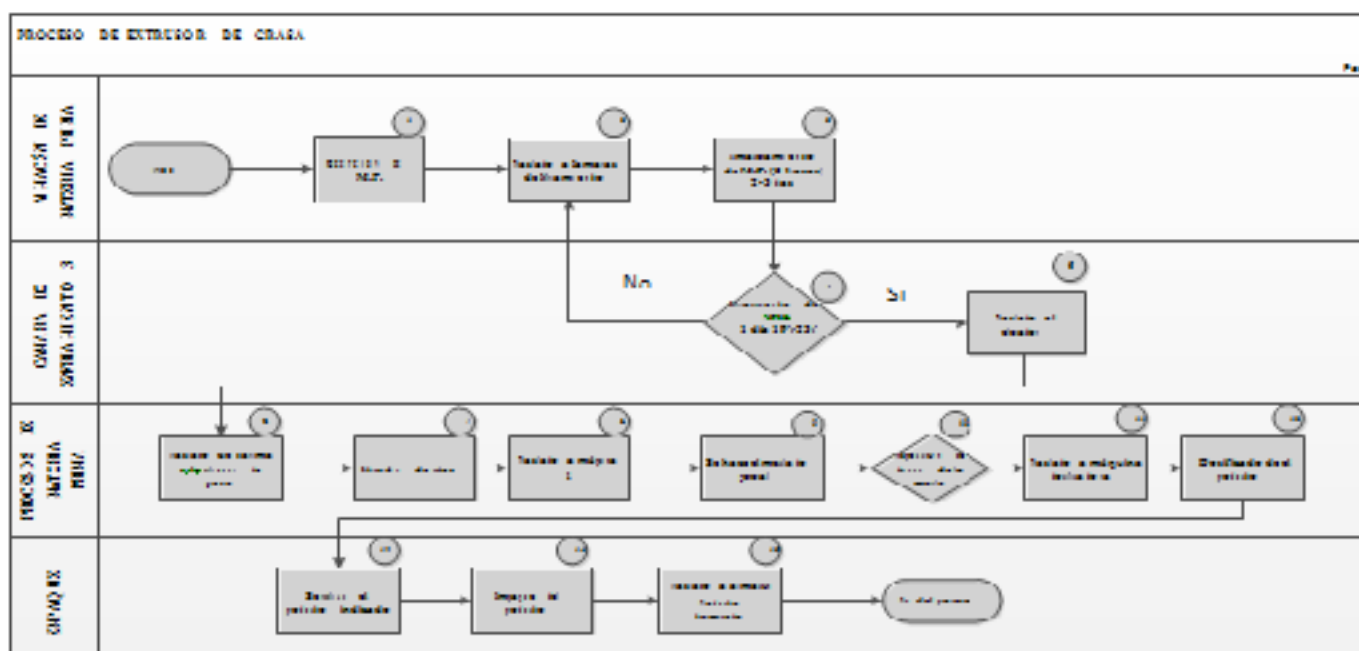
La planta alimentaria en estudio, está compuesta por varias líneas de producción y es en el área de proceso de condimentos en particular que se detectaron una gran cantidad de riesgos ergonómicos y movimientos innecesarios, por tal motivo surge la necesidad de realizar un análisis detallado de los factores de alto riesgo en la salud del trabajador, mediante la ayuda de herramientas de ingeniería industrial para llevar a cabo una evaluación de sus procesos e identificar movimientos y recorridos innecesarios.

Tal es el caso de la estación de extrusión de grasa, donde existe una gran cantidad de posturas inadecuadas debido a que los operadores cargan de forma manual y constante cubos de grasa de origen animal, además de demoras constantes, ya que se deben transportar contenedores de 150 kg en promedio a la siguiente operación de trabajo, lo que implica un uso excesivo de tiempo para esta operación. Es así que en esta investigación se pretende realizar en primer lugar un estudio detallado del área de trabajo, para identificar todos los movimientos y recorridos innecesarios que realizan los trabajadores, seguido de un análisis del tipo de lesiones que a corto o mediano plazo pueden generarse en los trabajadores aplicando la metodología de RULA, que tiene como finalidad el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por el trabajador al realizar diversas actividades; para ello, se emplean diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones, que evalúan la exposición a los factores de riesgo (conocidos como factores de carga externa), calificados en base al número de movimientos, trabajo muscular estático, fuerza y posturas de trabajo (Massaccesi, 2003). Finalmente, se presenta una propuesta de un dispositivo que apoye el trabajo del operario, disminuyendo así el 70% de las cargas de trabajo físicas y los tiempos de operación de extrusión y la fuerza que ejerce el trabajador en el traslado de materia prima.

## **10.1 Método**

A través del siguiente diagrama de flujo se muestran las 4 etapas generales que se llevan a cabo en la operación de extrusión de la planta (Figura 10).

Figura 10 Proceso General de Extrusor de Grasa



Elaboración propia

En el siguiente diagrama (Figura 10.1 ) se muestra en un diagrama de flujo de proceso de operaciones que se realizan en el extrusor de cubos de grasa con sus respectivos tiempos, sus operaciones e inspecciones. Es importante notar que las actividades más importantes son las de proceso y traslado, representando esta última el 48% de las actividades totales, por lo que el análisis de las condiciones ergonómicas de esta área está plenamente justificado.

Tabla 10 Diagrama de Flujo de proceso del extrusor de grasa

| Diagrama de flujo de proceso.   |   | Actividades                       |  |  |  |  |                  |
|---|---|-----------------------------------|--|--|--|--|------------------|
| Area: Proceso<br>Nombre del operario: _____<br>Analistas: Equipo de trabajo.<br>Fecha: 20 / 06 / 201- |   | 1<br>2<br>3<br>4<br>5<br>Total 14 |  |  |  |  |                  |
| Actividad   | Descripción                                   | Símbolo                           |  |  |  |  | Tiempo           |
| 1   | Recepción de materia prima                    |                                   |  |  |  |  |                  |
| 2   | Traslado de tarimas a elevador.               |                                   |  |  |  |  | 1.38 min         |
| 3   | Traslado de tarimas a cámara de calentamiento |                                   |  |  |  |  | .88 min          |
| 4   | Traslado a piso de proceso                    |                                   |  |  |  |  | .88 min          |
| 5   | Verificar temperatura de cubos (19°C - 23°C)  |                                   |  |  |  |  | .33 min          |
| 6   | Traslado de tarimas a extrusor.               |                                   |  |  |  |  | .88 min          |
| 7   | Extrusión de cubos                            |                                   |  |  |  |  | 32.4 min         |
| 8   | Traslado de grasa a máquina "a"               |                                   |  |  |  |  | .38 min          |
| 9   | Cierre de cámara.                             |                                   |  |  |  |  | 3.02 min         |
| 10  | Agregar colorante y grasa.                    |                                   |  |  |  |  | .81 min          |
| 11  | Vaciado de especies.                          |                                   |  |  |  |  | .64 min          |
| 12  | Vaciado a carrito.                            |                                   |  |  |  |  | .87 min          |
| 13  | Traslado a máquina de dosificado.             |                                   |  |  |  |  | .91 min          |
| 14  | Dosificado                                    |                                   |  |  |  |  | 30 min           |
| <b>Total</b>  | <b>1 hora 24 minutos / lote de 8 cubos</b>    |                                   |  |  |  |  | <b>74.38 min</b> |

Elaboración propia

Diagnóstico: Como etapa inicial se realizó un diagnóstico de la situación en el área seleccionada, con el propósito de identificar la causa raíz del problema en el área de extrusión de grasas, ubicando las mejores opciones para atacar el problema de manera concreta y congruente, desarrollando un mejor sistema de trabajo para el beneficio del operador. Se emplearon una lluvia de ideas y diagrama causa efecto, para identificar las probables causas asociadas a lesiones ergonómicas dentro del área de extrusor de grasa permitiendo así implementar las acciones correctivas correspondientes. Implementación del diagrama:

1. Se planteó y delimitó el problema.
2. Se identificaron y clasificaron las causas principales, integrándolas al diagrama. Lo anterior se realizó aplicando la metodología de lluvia de ideas, así como inspección visual por un periodo aproximado de 1 semana.
3. Las probables causas se clasificaron de acuerdo a sus características en: materiales, equipos, métodos de trabajo, mano de obra y medio ambiente.
4. Finalmente registrar cualquier información que pueda ser de utilidad para la evaluación del problema.

Lo anterior nos facilita identificar los factores importantes que tienen valor significativo sobre el problema.

#### Evaluación de riesgos ergonómicos por Factores Ambientales y Físicos:

Posteriormente se realizó la evaluación ergonómica de los riesgos por carga de los factores ambientales, en el segundo nivel de la planta Alimentaria Lerma a partir de la selección de los puestos de trabajo más representativos de las áreas de trabajo, realizando un muestreo bajo condiciones normales de operación de la planta y siguiendo la metodología establecida en las siguientes normas oficiales mexicanas.

- Iluminación: para medir la intensidad de iluminación se empleó un luxómetro digital LX1010BS en base a lo establecido en la NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- Temperatura: Este parámetro se midió utilizando un termómetro infrarrojo Testo 810 en base a lo establecido en la NOM-015-STPS-2001, Condiciones Térmicas Elevadas o Abatidas-Condicion de Seguridad e Higiene.
- Ruido: el nivel de ruido fue determinado con el apoyo de un sonómetro medidor de sonido 30-130 decibeles Siguiendo la norma NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

- Vibraciones: para determinar este parámetro se utilizó un medidor de vibración, aceleración, velocidad, en base a la NOM-024-STPS-2001, Vibraciones-condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- La evaluación de los riesgos ergonómicos por factores físicos se determinó tomando en cuenta las variables físicas de la tarea que son fuerza, posturas, repetitividad, velocidad, duración de la tarea y la carga física y mental; desarrollando con estas variables una matriz de evaluación de riesgos ergonómicos a la salud, dentro de cada área de trabajo a través del método RULA.

#### Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

McAtamney y colaboradores (1993), crearon el RULA (Rapid Upper Limb Assessment) con las participaciones del Instituto de Ergonomía Ocupacional y la Universidad de Nottingham; para investigar la exposición de los trabajadores a los factores de alto riesgo asociados con el desarrollo de Desórdenes Traumáticos Acumulativos. El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por el trabajador al realizar diversas actividades; para ello, se emplean diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones, que evalúan la exposición a los factores de riesgo (conocidos como factores de carga externa), calificados en base al número de movimientos, trabajo muscular estático, fuerza y posturas de trabajo (McAtamney 1993).

El citado método, posee importantes ventajas: en primer término, que no requiere equipo especial para su aplicación, razón por la cual puede ser utilizado en el lugar de trabajo sin interrumpir las actividades del trabajador. Segundo, es fácil y rápido de aplicarse, ya que permite, al analista, determinar los Desórdenes Traumáticos Acumulativos; finalmente, se requiere de poco entrenamiento previo a su empleo y no es necesario que el usuario cuente con habilidades específicas en técnicas de análisis ergonómico. Con el propósito de presentar una descripción adecuada de este método y su relación con la clasificación Postural, criterios de evaluación para esfuerzo muscular, fuerza y carga, diagramas de posturas y las interpretaciones correspondientes (McAtamney 1993).

Clasificación Postural: es micro postural para brazo, antebrazo, muñeca, cuello, tronco y piernas. En esta clasificación se puede observar la ausencia de las posturas de dedos, aunque se registra la fuerza ejercida por los dedos en la evaluación del factor fuerza.

La clasificación postural es presentada en los diagramas de posturas. Para fines de aplicación del método, el cuerpo es dividido en dos grupos A y B. El primero, comprende brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca y en el segundo, se incluyen cuello, tronco y piernas. También se consideran rangos de movimientos (ángulos) para cada parte del cuerpo.

## 10.2 Resultados y Discusión

Diagnóstico: Lluvia de ideas La lluvia de ideas que se muestra en la Figura 3, es una de las herramientas de diagnóstico empleadas en este proyecto, en esta se pueden visualizar distintas ideas evaluadas y analizadas dependiendo de su viabilidad, eficiencia, y beneficio con respecto al área donde va dirigida, de manera que puedan desarrollarse eficazmente. De la Figura 3 podemos detectar que aunque existen al menos 4 propuestas de innovación en el área de extrusión, tres de ellas están relacionadas con el manejo ergonómico, es decir se habla de reducir fuerza ejercida, peso soportado y reducciones de tiempos y dado que el análisis de las operaciones mostró que un gran porcentaje representan traslados, es posible concluir que es necesaria la implementación de un dispositivo ergonómico para mejorar las condiciones de trabajo en esta área.

**Figura 10.1** Representación gráfica de lluvia de ideas



Elaboración Propia

Diagrama Ishikawa (causa y efecto): Dentro del diagrama de Ishikawa (Figura 10.2), las causas probables se clasifican en seis categorías: personal, máquinas, materiales, métodos, mediciones y medio ambiente, con la finalidad de delimitar el campo de acción.

**Figura 10.2** Diagrama causa - efecto en el área de extrusión de grasas



Elaboración Propia

## Evaluación de los factores de riesgos ergonómicos

## Factores Ambientales

a. Iluminación planta alimentaria Lerma: En la Tabla 10.1 se presentan los resultados obtenidos se compararon con los niveles mínimos de iluminación y los niveles máximos de reflexión establecidos en la norma.

**Tabla 10.1** Estudio de iluminación del área de extrusión de grasa

| ESTUDIO DE ILUMINACIÓN |                |   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                     |  |   |              |
|------------------------|----------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|--|---|--------------|
| PUNTO N°               | N° DE ANALISIS | AREA, NOMBRE O PUESTO   | PERIODO 1<br>LUX | PERIODO 2<br>LUX | PERIODO 3<br>LUX | PERIODO 4<br>LUX | PERIODO 5<br>LUX | PERIODO 6<br>LUX | MANTENIMIENTO<br>U% | VALOR MÍNIMO<br>ILUMINACIÓN STPS (LUX) | NIVEL MÁX. PERMISIBLES<br>FACTORES DE REFLEXIÓN |              |
|                        |                |   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                     |  | Pared (%)                                       | T. Trab. (%) |
|                        |                |   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                     |  | 60  | 50           |
| 08                     | AF-0986-11     | Primer Nivel Línea Producción Tólvos, entrada de operador de línea. | 248              | 239              | 227              | 257              | 221              | 257              | 1.02                | 220                                    | NA  | 37           |

b. Temperatura: La temperatura a la que está expuesta al trabajador está dentro de los límites máximos permisibles ya que el ambiente de trabajo donde está el extrusor de grasa es de 29°C en una jornada de 8 horas y no afecta a las condiciones físicas del trabajador.

c. Ruido: El operador está bajo norma con base a las condiciones de ruido en el área de trabajo del extrusor de grasa, ya que no afecta a las condiciones físicas y psicológicas del trabajador. En la Tabla 10.2 se encuentran los datos del estudio realizado dentro de la empresa Alimentaria Lerma en la estación de extrusor de grasa, donde los datos reflejan condiciones de trabajo satisfactorias en base a las normas existentes (STPS, 2001).

**Tabla 10.2** Estudio de ruido del área de extrusión de grasa

| Punto | Área  | NER  | NMP | TMPE |
|-------|---|------|-----|------|
| 77    | Planta alimentaria Lerma<br>Procesos Primer nivel | 80.3 | 90  | 8 h  |

d. Vibraciones: Con respecto al nivel de exposición a vibraciones a cuerpo entero (Tabla 3), algunos valores obtenidos en planta, no superan los límites máximos permisibles de exposición para los ejes x, y, z, para las frecuencias establecidas en la norma (STPS, 2001).



**Tabla 10.3** Estudio de ruido del área de extrusión de grasa

| Departamento                        | Puesto   | Número de trabajadores por turno | Tiempo máximo de exposición horas | Tipo de vibraciones |
|-------------------------------------|----------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Planta alimentaria Lerma / extrusor | Operador | 2                                | 8                                 | N/A                 |

#### e. Factores Físicos

i. Posturas En la Tabla 10.4 se muestra como en la operación de extrusión se tiene una postura incorrecta en el operador, lo cual perjudica al operador provocándole cansancio muscular dolores de espalda con el paso del tiempo.

ii. Fuerza En la operación el operador aplica fuerza física ya que tiene que cargar los cubos de grasa, y tiene que subir escalones para vaciar el cubo a la tolva del extrusor, además terminando los 6 cubos por carrito, del contenedor tiene que jalar el carrito con los contenedores llenos y trasladarlos a la siguiente operación una distancia de 24 metros (Tabla 4).

iii. Repeticiones Las repeticiones que realiza el operador son muy frecuentes ya que cada tarima cuenta con 21 cubos de 25 kilogramos cada uno tiene que subir, vaciar, y volver a bajar los escalones, además con el peso de cada cubo implica (Tabla 10.4).












iv. Velocidad. El operador transporta el carrito con los dos contenedores llenos con un peso de 426 kilogramos a la operación z, con una velocidad de 0.5 metros/seg (Tabla 10.4).

v. Duración. En este mismo proceso de extrusión el operador cada 5 minutos, que es el periodo que tarda esta operación (Tabla 10.4).

vi. Carga Física y Mental. La carga física que realizan los operarios es de 25 kilogramos del cubo, la carga mental son cuando se acumulan varias tarimas en un turno y la siguiente línea les exige la grasa ya extruida para agregar los ingredientes.

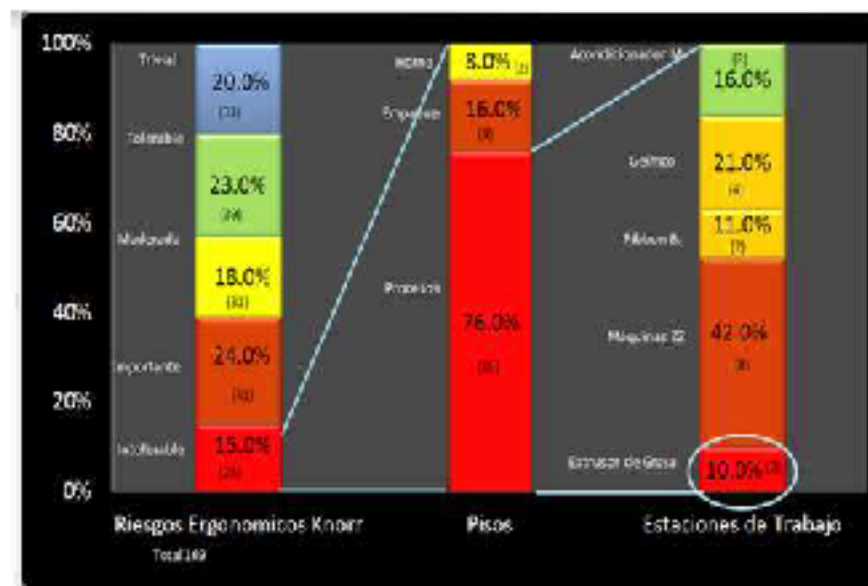
Se desarrolló una matriz de evaluación de riesgos ergonómicos a la salud (Tabla 10.4), dentro de cada área de trabajo, para identificar las causas raíces o potenciales que se presentan dentro del extrusor de grasa y evitar lesiones que generen posibles costos para la organización ya que pueden ser elevados y en su defecto tener una incapacidad permanente. A partir de estos resultados se puede concluir que el riesgo intolerable obedece principalmente al levantamiento continuo de cubos de grasa de un peso aproximado de 20 Kg c/u.

**Tabla 10.4** Estudio del área de extrusión de grasa utilizando la metodología RULA

| Descripción del proceso de extrusión de grasa AVH. |  |  |   |  |              |
|--|--|--|---|--|--------------|
| N°   | Descripción de la actividad                            | Evidencia  | Riesgo ergonómico                         | Lesiones que puede causar                        | Evaluación   |
| 1  | Toma cubo de grasa de la tarima                        |    | Carga inadecuada                          | Lumbalgia o contractura muscular                 | Moderado (2) |
| 2  | Carga cubo.  |    | Levantamiento de carga.                   | Lumbalgia.                                       | Moderado (2) |
| 3  | Gira operador con cubo.                                |    | Sobre esfuerzo.                           | Mialgia (dolor muscular)                         | Moderado (2) |
| 4  | Sube dos escalones de aproximadamente 40 cm de altura. |   | Levantamiento de carga y sobreesfuerzo    | Desgaste muscular y contractura muscular         | Moderado (2) |
| 5  | Voltea cubos.  |  | Movimiento repetitivo.                    | Tendinitis                                       | Moderado (2) |
| 6  | Coloca cubo en base de extrusor.                       |  | Sobreesfuerzo                             | Fatiga muscular                                  | Moderado (2) |
| 7  | Retira foros de cubo.                                  |  | Movimiento repetitivo.                    | Tendinitis                                       | Leve (1)     |
| 8  | Retira foros.  |  | Movimiento repetitivo.                    | Tendinitis                                       | Moderado (2) |
| 9  | Empuja a cubo.   |  | Sobreesfuerzo                             | Contractura muscular                             | Leve (1)     |
| 10   | Extrusión de cubos.                                    |  | n/a                                       | n/a.   | n/a.         |
| 11   | Forma pasta y compacta losquesos en el moldeador.      |  | Movimiento repetitivo.                    | Tendinitis                                       | Moderado (2) |
| 12   | Traslado de carne a maquinas 22.                       |  | Sobre esfuerzo.                           | Contracturas musculares y lumbalgia por esfuerzo | Moderado (2) |
| 14   | Limpia area de trabajo.                                |  | Fatiga muscular y movimientos repetit/vos | Tendinitis                                       | Moderado (2) |

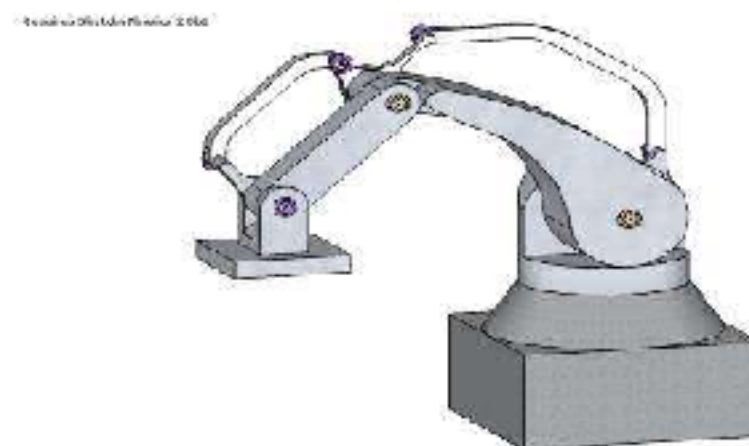
En el gráfico 10 se presentan los resultados de la evaluación de riesgos de acuerdo a la aplicación del método RULA. En la primera columna se visualizan los diferentes tipos de riesgos que prevalecen en la Planta alimentaria Lerma y que incluyen trivial, tolerable, moderado, importante e intolerable. Los resultados de la evaluación mostraron que de los riesgos ergonómicos detectados un 15% de ellos son considerados intolerables. A partir de este dato se determinó en qué áreas se tienen los niveles más altos de riesgo, encontrando que en el área de procesos se encuentra el mayor porcentaje de riesgos intolerables, siendo la estación de extrusión de grasa la que concentra todos los riesgos intolerables.

**Gráfico 10** Descripción del análisis



Una vez identificado que el nivel de riesgo es intolerable en el extrusor de grasa se generaron algunas propuestas que permitieran disminuir la fatiga y riesgo en los trabajadores. La propuesta evaluada y aceptada fue la colocación de un brazo neumático en el área de extrusión de grasa que realizara la succión de cubos (Figura 10.3) evitando cargas manuales por parte del trabajador. Una vez instalado el brazo, se realizó nuevamente la evaluación del trabajo físico del operador el área de extrusión aplicando la metodología RULA y los resultados de este nuevo análisis se muestra en la Tabla 5. De acuerdo a la evaluación se obtuvo una reducción del 78% las cargas de trabajo físicas en el operador de la estación de trabajo.

**Figura 10.3** Brazo neumático de succión



**Tabla 10.5** Estudio del área de extrusión de grasa con brazo neumático utilizando la metodología RULA

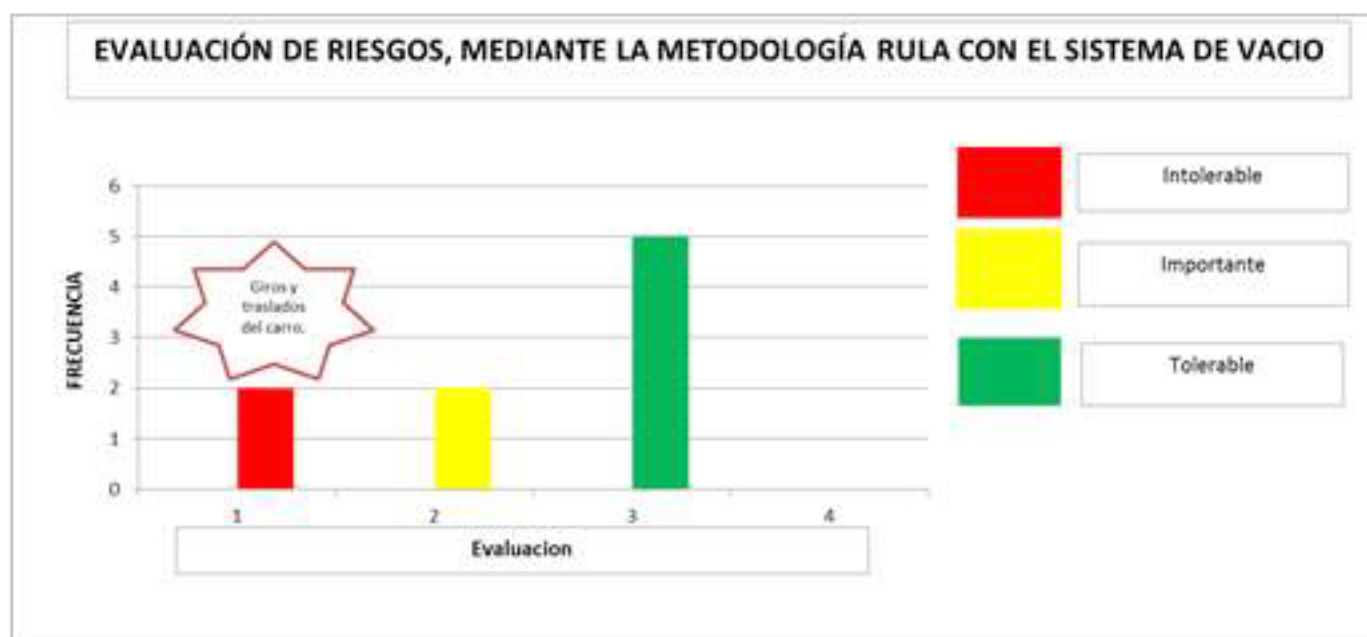
| Descripción del proceso de extrusión de grasa a 12 con el dispositivo de vacío. |   |  |   |  |                 |
|---|---|--|---|--|-----------------|
| Nº  | Descripción de la actividad   | Entorno  | Riesgo ergonómico                         | Indicador que puede ocurrir                    | Evaluación      |
| 1   | Aspira el aceite de la tarima con el dispositivo.   |    | Fatiga muscular                           | Tránsito de mano leve                          | Tolerable (0)   |
| 2   | Trabaja el aceite succionado y lo coloca en la base del extrusor succionado. Desmontajes. |    | Conexión                                  | N/D  | Tolerable (0)   |
| 3   | Retira aceite succionado.   |    | Movimiento repetitivo                     | Tendinitis                                     | Tolerable (0)   |
| 4   | Envía aceite.   |   | Movimiento repetitivo                     | Tendinitis                                     | Tolerable (0)   |
| 5   | Empuja aceite.  |  | Movimiento repetitivo                     | Contraíctura muscular                          | Tolerable (0)   |
| 6   | Secciona de aceite.   |  | N/D                                       | N/D  | N/A             |
| 8   | Temperado o línea de aceite del extrusor.   |  | Movimiento repetitivo                     | Tendinitis                                     | Intolerable (2) |
| 10  | Una parte   |  | Contraíctura                              | Contraíctura muscular                          | Intolerable (2) |
| 11  | Trabaja de forma manual.  |  | Contraíctura                              | Contraíctura muscular y ligamento por esfuerzo | Intolerable (2) |
| 12  | Limpia área de trabajo.   |  | Fatiga muscular y movimientos repetitivos | Tendinitis                                     | Intolerable (2) |

Al comparar los resultados del método RULA actual (brazo neumático) y anterior en la estación de extrusión de grasa (Tabla 6) los resultados son relevantes, ya que el número de actividades consideradas intolerables se redujo considerablemente.

**Tabla 10.6** Análisis comparativo de riesgos en estación de extrusor de grasa

|            | Antes      | Después |                |           |
|------------|------------|---------|----------------|-----------|
| Evaluación | Frecuencia |         | Comportamiento | Porcentaj |
| Intolerabl | 9          | 2       | Disminuyó      | 78%       |
| Important  | 2          | 2       | Mantiene igual | 0         |
| Tolerable  | 2          | 5       | Aumentó        | 150%      |
| Tri vial   | 0          | 0       | Mantiene igual | 0         |
| Total      | 13         | 9       |                |           |

La aplicación de la metodología RULA con el sistema de vacío, permite precisar si realmente se disminuyen los niveles de riesgos en el trabajador, resaltando en cuales operaciones se tienen áreas de oportunidad para lograr que todas sean tolerables. Por lo tanto, de acuerdo a él grafico 10.1 se observan como área de oportunidad las operaciones girar carro y traslado de material a máquina zz (2 operaciones), porque quedan dentro de la clasificación de intolerables para el trabajador.

**Grafico 10.1** Evaluación de riesgos con el sistema de vacío

De acuerdo con los resultados obtenidos y el método utilizado para el análisis y desarrollo del trabajo, se observa que en la etapa de diagnóstico debe incluirse una evaluación de la capacitación del operador, pues ya que como se muestra en la Tabla 2, la forma o método de levantar y trasladar el cubo de grasa es incorrecto y en consecuencia, se tienen hasta cinco actividades evaluadas como intolerables; con ello, la solución propuesta podría complementarse si el operador realiza las posturas adecuadas. En lo que se refiere a los resultados, resaltan las acciones 10 y 11, pues al haber implantado una solución tecnológica para las demás actividades, es congruente que el traslado del carro también sea asistido por medios electromecánicos y por lo tanto, estas actividades pasarían a ser tolerables, eliminando por completo las actividades de mayor riesgo.

### 10.3 Conclusiones

Las metodologías ergonómicas establecen que el empleador deberá adecuar los métodos de trabajo así como las máquinas, herramientas y útiles utilizados en el proceso de trabajo a las características psicológicas, cognitivas, culturales y antropométricas de los trabajadores y trabajadoras. En tal sentido, deberá realizar los estudios pertinentes e implantar los cambios requeridos tanto en los puestos de trabajo existentes como al momento de introducir nuevas maquinarias, tecnologías o métodos de organización del trabajo a fin de lograr que la concepción del puesto de trabajo permita el desarrollo de una relación armoniosa entre el trabajador o la trabajadora y su entorno laboral.

El método RULA, evalúa los riesgos posturales y el factor riesgo por fuerzas. El evaluador podrá identificar las posturas inadecuadas, el número de veces en que el operario manipula el proceso realizadas para la ejecución de las actividades.

Aplicar estudios ergonómicos utilizando los métodos desarrollados en la investigación le permitirá a las Industrias identificar las fortalezas y oportunidades existentes en los distintos puestos de trabajo. Mejorar los puestos de trabajo aumentara la calidad de vida del trabajador, mejorará la producción, disminuirá las enfermedades ocupacionales y por ende los costos de la industria.

Asimismo, es necesario resaltar que actualmente sólo se presentan dos actividades que pueden considerarse como intolerables, y solo se presentan dos actividades consideradas como importantes, del total de las doce actividades que realiza el trabajador, lo cual representa una disminución importante de fatiga en el trabajador y por consiguiente menores tiempo de proceso, que será reflejado en los niveles de productividad de la empresa.

### 10.4 Referencias

Cimino, A., Longo, F., & Mirabelli, G. (2009). A multimeasure-based methodology for the ergonomic effective design of manufacturing system workstations. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(2), 447-455.

Gómez-Conesa, A. (2002). Factores Posturales laborales de riesgo para la salud. *Fisioterapia*, 24(1), 23-32.

Massaccesi, M., Pagnotta, A., Soccetti, A., Masali, M., Masiero, C., & Greco, F. (2003). Investigation of work-related disorders in truck drivers using RULA method. *Applied Ergonomics*, 34(4), 303-307.

McAtamney L, Nigel Corlett E. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24, 91-99.

Niebel, B. (2007). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Alfaomega.

Osborne, D. (1990). *Ergonomía en acción*, México: Trillas.

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. (2008). Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. (D. O. FEDERACIÓN, Ed.).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. (2008). NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. (D. O. FEDERACIÓN, Ed.).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. (2001). NOM-015-STPS-2001, Condiciones Térmicas Elevadas o Abatidas-Condiciones de Seguridad e Higiene.

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. (2001). NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. (D. O. FEDERACIÓN, Ed.).

Secretaria del Trabajo y Previsión Social. (2001). NOM-024-STPS-2001, Vibraciones-condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo. (D. O. FEDERACIÓN, Ed.).

