

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Ergonomía en la Industria Panadera: Análisis de las
Actividades Críticas del Proceso de Producción de Pan
Sistematización de experiencias prácticas de investigación**

Juan Martín Carbonell Bastidas

Ingeniería Industrial

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Industrial

Quito, 21 de diciembre de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Ergonomía en la Industria Panadera: Análisis de las Actividades Críticas del
Proceso de Producción de Pan**

Juan Martín Carbonell

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

María Cristina Camacho, MSc

Firma del profesor

Quito, 21 de diciembre de 2017

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Juan Martín Carbonell Bastidas

Código: 00111858

Cédula de Identidad: 171656424-8

Lugar y fecha: Quito, 21 de diciembre de 2017

RESUMEN

Este estudio analizó con métodos ergonómicos, diferentes actividades del proceso de producción de pan en una industria panadera en Ecuador para prevenir trastornos músculo esqueléticos (TME). Actividades de manipulación de carga, movimientos repetitivos y posturas fueron analizadas mediante los métodos: Ecuación de Niosh, Rapid Entire Body Assessment (REBA), Job Strain Index (JSI) y Tablas de Snook & Ciriello. La actividad de manipulación de costales de harina tuvo un índice de levantamiento (LI) entre 1.397 y 1.572 con un riesgo asociado moderado y un límite de peso recomendado de levantamiento (RWL) entre 16-18 Kg. Colocar masa en la divisora presentó riesgos altos (nivel 3) debido a la postura tomada para alcanzar la tolva. La formación manual de panes presentó un JSI de riesgo bajo (< 4.5) para ciertos tipos de formados y alto riesgo (> 10) para otros. Colocar bandejas en la sección baja de los coches presentó mayores riesgos (nivel 3) frente a la sección media (nivel 2) y alta (nivel 2). La actividad de manipulación de coches metálicos requirió entre 12 Kgf y 22 Kgf para desplazarlos en contraste con los 16 Kgf y 20 Kgf de empuje y jalado máximos recomendados por el método. Se realizó una encuesta a los operarios ($n=34$) para hallar causas o relaciones de los TME en la empresa y se halló que las variables Jornada, Peso y Tiempo de Experiencia fueron significativas ($P<0.05$) en su grado de disconformidad músculo esquelética. En base a los resultados, se presentan propuestas para minimizar los riesgos y prevenir los TME.

Palabras Clave: Ergonomía industria panadera, Manipulación de carga, Análisis postural, Movimientos repetitivos, REBA, Ecuación de Niosh, JSI, Snook y Ciriello.

ABSTRACT

This study analyses with ergonomic methods, different activities of the process of bread production in an Ecuadorian bread industry in order to prevent musculoskeletal disorders (MSD). Manual handling activities, repetitive movements and postures were analyzed using the methods: Niosh lifting equation, Rapid Entire Body Assessment (REBA), Job Strain Index (JSI) and the Snook & Ciriello tables. Handling bags of flour activity had a lifting index (LI) between 1.397 and 1.572 with a moderate associated risk and a recommended weight limit (RWL) between 16-18 Kg. Placing bread dough in divider presented high risks (level 3) due to the posture taken to reach the hopper. Manual bread shaping presented a low risk JSI (< 4.5) for certain types of shapes and a high risk (> 10) for others. Placing bun pans in the lower section of the sheet pan rack presented higher risks (level 3) compared to the middle (level 2) and higher (level 2) sections. Handling the sheet pan racks activity required between 12 Kgf and 22 Kgf to be displaced in contrast with the 16 Kgf and 20 Kgf of push and pull maximum recommended by the method. A survey was carried out to the operators ($n=34$) to find causes or relationships of the MSD in the company. The results indicated that the variables Day-Night Shift, Weight and Experience Time were significant ($P<0.05$) in their musculoskeletal disconformity degree. Based on the results, proposals are presented to minimize risks and prevent MSD.

Key words: Ergonomics in a bread industry, Manual handling activities, Postural analysis, Repetitive movements, REBA, Niosh lifting equation, JSI, Snook & Ciriello.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
1.2 Población Objetivo.....	12
2. REVISIÓN LITERARIA	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	15
4. METODOLOGÍA.....	16
5. PROCEDIMIENTOS Y MÉTODOS	18
5.1 Ecuación de Niosh	18
5.2 Rapid Entire Body Assessment (REBA)	19
5.3 Job Strain Index (JSI)	22
5.4 Tablas de Snook & Ciriello	25
6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	26
7. RESULTADOS DE LOS MÉTODOS ERGONÓMICOS	27
7.1 Ecuación de Niosh: Levantamiento de costales de harina	27
7.2 REBA: Colocar Masa en Divisora	28
7.3 JSI: Formación de panes manualmente.....	29
7.4 REBA: Colocar bandejas en choches metálicos.....	30
7.5 Tablas de Snook & Ciriello: Manipulación de coches metálicos	31
7.6 Resultados de la Encuesta.....	32
8. RECOMENDACIONES	37
9. CONCLUSIONES	39
10. LIMITACIONES.....	40
11. REFERENCIAS	40

Ergonomía en la Industria Panadera: Análisis de las Actividades Críticas del Proceso de Producción de Pan

- Carbonell Bastidas Juan Martin: Quito – Ecuador. Universidad San Francisco de Quito.
juan.carbonell@estud.usfq.edu.ec
- Camacho Cordovez Cristina: Quito – Ecuador. Universidad San Francisco de Quito.
ccamacho@usfq.edu.ec

Abstract

Este estudio analizó con métodos ergonómicos, diferentes actividades del proceso de producción de pan en una industria panadera en Ecuador para prevenir trastornos músculo esqueléticos (TME). Actividades de manipulación de carga, movimientos repetitivos y posturas fueron analizadas mediante los métodos: Ecuación de Niosh, Rapid Entire Body Assessment (REBA), Job Strain Index (JSI) y Tablas de Snook & Ciriello. La actividad de manipulación de costales de harina tuvo un índice de levantamiento (LI) entre 1.397 y 1.572 con un riesgo asociado moderado y un límite de peso recomendado de levantamiento (RWL) entre 16-18 Kg. Colocar masa en la divisora presentó riesgos altos (nivel 3) debido a la postura tomada para alcanzar la tolva. La formación manual de panes presentó un JSI de riesgo bajo (< 4.5) para ciertos tipos de formados y alto riesgo (> 10) para otros. Colocar bandejas en la sección baja de los coches presentó mayores riesgos (nivel 3) frente a la sección media (nivel 2) y alta (nivel 2). La actividad de manipulación de coches metálicos requirió entre 12 Kgf y 22 Kgf para desplazarlos en contraste con los 16 Kgf y 20 Kgf de empuje y jalado máximos recomendados por el método. Se realizó una encuesta a los operarios (n=34) para hallar causas o relaciones de los TME en la empresa y se halló que las variables Jornada, Peso y Tiempo de Experiencia fueron significativas ($P < 0.05$) en su grado de disconformidad músculo esquelética. En base a los resultados, se presentan propuestas para minimizar los riesgos y prevenir los TME.

Palabras Clave: Ergonomía industria panadera, Manipulación de carga, Análisis postural, Movimientos repetitivos, REBA, Ecuación de Niosh, JSI, Snook y Ciriello.

1. INTRODUCCIÓN

La industria de la panadería conlleva una cantidad de actividades demandantes que requieren de un gran esfuerzo físico, y en muchas ocasiones los lugares de trabajo no se encuentran en las condiciones óptimas que aseguren la seguridad y salud de los operarios [1]. Usualmente, en las industrias de panadería se pueden presentar fatigas musculares debido a la frecuencia y duración de las actividades que se llevan a cabo [1]. Los principales riesgos ergonómicos en las panaderías incluyen la carga de objetos e ingredientes pesados, levantamientos frecuentes, movimientos repetitivos, giros, posturas incorrectas y mantenerse de pie por largos períodos de tiempo [2]. Por esta razón, el presente estudio ergonómico se realizó en el área de panadería en una empresa importante del Ecuador productora para una cadena de supermercados a nivel nacional, en la cual trabajan alrededor de 34 personas en dos turnos laborales, durante el día y la noche (Guerra, comunicación personal 2017). La empresa maneja dos jornadas, laborales, en el día y en la noche (Espinosa, comunicación personal 2017). De manera conjunta, la jornada y las actividades regulares pueden ser causantes de diferentes tipos de patologías que se han presentado en el centro médico de la empresa. En la Tabla 1 se presentan las principales patologías determinadas de las visitas al centro médico de la empresa durante el año 2016.

TABLA 1. Patologías de Trabajadores en el año 2016.

Tipo de Patología en trabajadores	Total Patologías
Respiratoria	78
Osteomuscular Columna	70
Osteomuscular Extremidad	7
Digestiva	54

Jefe de Seguridad y Salud, 2017

Este tipo de patologías pueden haber sido causadas por actividades laborales como por no laborales. A pesar de ello, se evidencia una cantidad importante de trabajadores con la presencia de afecciones osteomusculares de la columna y las extremidades.

Patologías en el ámbito laboral se conocen como desórdenes asociados al trabajo, los cuales pueden generar lesiones en el sistema músculo esquelético, también conocidos como trastornos músculo esqueléticos (TME) [3]. Este tipo de patologías laborales pueden llegar a ocasionar inflamaciones o lesiones degenerativas con consecuencias a nivel de dolor o pérdida de las funciones de capacidad motoras [4]. Es importante notar que personas que tengan TME pueden estar limitados al tipo o duración de trabajo que pueden realizar; ocasionando que sean menos productivos el momento de trabajar [5].

Con el objetivo de prevenir y disminuir los riesgos potenciales mencionados anteriormente, se realizó un análisis ergonómico que permitió recomendar prácticas seguras para los operarios de panadería de la empresa. Para el análisis presente se utilizó diferentes herramientas ergonómicas en las actividades críticas del proceso de producción de pan, las cuales permitieron demostrar el nivel de riesgo al cual se someten los operarios, y la correspondiente acción para prevenir posibles TME.

La línea de producción de pan en la empresa requiere trabajo manual en diferentes partes del proceso de producción, por lo cual es conveniente la utilización de distintos métodos ergonómicos para analizar el riesgo demandado. A lo largo del proceso, los trabajadores deben tomar posiciones incómodas, realizar movimientos repetitivos, manejar cargas manualmente, transportar materiales y mantener un ritmo de producción alto, los cuales pueden ser perjudiciales para su salud [6]. La falta de

regulación y estudio respectivo puede ser crítico en el área de panadería y a su vez aumenta las probabilidades de ocurrencia de un accidente o lesión [6].

Comentarios por parte del Jefe de Seguridad y Salud dan indicios de molestias generadas durante la jornada laboral de tipo músculo esquelético (Espinosa, comunicación personal 2017). Los operarios comentan que cuando la temperatura en la madrugada es baja, se presentan mayores dolores musculares al momento de trabajar (Espinosa, comunicación personal 2017). Estos indicios permiten conocer molestias, sin registros documentados, de que existen síntomas de TME en la línea de panadería, los cuales deben ser evaluados. El proceso de producción de pan puede presentar riesgos mayores para los operarios en diferentes actividades de la línea de producción. Una visión en planta del proceso y una entrevista personal al Jefe de Seguridad y Salud, sirvieron como guía para la determinación de las actividades críticas que deben evaluarse (Espinosa, comunicación personal 2017). En la Tabla 2, en base a la información proporcionada por el Jefe de Seguridad y Salud, se encuentran las principales actividades que se realizan en el proceso de elaboración de pan en la empresa y su nivel de riesgo estimado (Espinosa, comunicación personal 2017).

TABLA 2. Nivel de riesgo ergonómico estimado de las actividades en el proceso de producción de pan.

Listado Actividades	Nivel de riesgo ergonómico estimado
Preparación materia prima	Bajo
Levantamiento de costales de harina	Considerable
Manipulación de harina en máquina Tamizadora	Bajo
Manipulación de masa en amasadora	Bajo
Colocación de masa en máquina divisora	Considerable

Formación manual de los panes	Considerable
Ubicación de bandejas en coches metálicos	Considerable
Empuje de coches metálicos	Considerable
Ubicación de coche metálico en ultra congeladora	Considerable
Manipulación de producto en cuarto frío	Medio
Colocación de panes en banda de empaque	Bajo
Empaquetamiento de panes en fundas	Bajo
Transporte de Javas	Bajo

Nota: Información proporcionada por el Jefe de Seguridad y Salud, 2017

En base a la información obtenida, a continuación se encuentran enlistadas las actividades críticas, el tipo de análisis y las herramientas ergonómicas que se utilizaron en cada caso para su análisis correspondiente.

- (1) Manipulación de costales de harina.
 - (a) Tipo de Análisis: Levantamiento de Carga
 - (b) Método: Ecuación de Niosh
- (2) Colocación de masa en máquina divisora.
 - (a) Tipo de Análisis: Análisis Postural
 - (b) Método: Rapid Entire Body Assessment (REBA)
- (3) Formación de panes manualmente.
 - (a) Tipo de Análisis: Movimientos Repetitivos
 - (b) Método: Job Strain Index (JSI)
- (4) Ubicación de bandejas de pan en coches metálicos
 - (a) Tipo de Análisis: Análisis Postural
 - (b) Método: Rapid Entire Body Assessment (REBA)

- (5) Empuje de coches metálicos dentro de la planta
 - (a) Tipo de Análisis: Análisis de carga y esfuerzo
 - (b) Método: Tablas de Snook & Ciriello

1.2 Población Objetivo

La empresa tiene una línea de panadería que se encarga del desarrollo de productos de forma industrial, mediante el uso de maquinaria, así como también de mano de obra (Guerra, comunicación personal 2017). La mayoría de los tipos de pan se realizan por los mismos operarios y mantienen un mismo proceso de producción (Guerra, comunicación personal 2017). Regularmente, cerca de 34 personas trabajan en el área de panadería realizando diferentes actividades del proceso de producción (Guerra, comunicación personal 2017).

El presente estudio tomó en cuenta la población total de trabajadores que se encuentran en cada una de las áreas donde cotidianamente se realizan las actividades críticas anteriormente mencionadas. Cada análisis ergonómico tiene una evaluación por operario que establece resultados individuales y que al compararlos permiten hallar resultados generales para determinada actividad [7]. El análisis individual por operario permite evaluar con mayor precisión el riesgo al que se someten, permitiendo captar de forma simultánea las diferencias en sus métodos de trabajo [7]. Según Karwowski, es posible alcanzar confiabilidad de resultados al medir varias veces, al observar consistencia interna propia del método y al comparar los resultados obtenidos [8].

Adicionalmente, se realizó una encuesta de toda la población de trabajadores de panadería basada en el Cuestionario Nórdico de Kourinka en relación a los síntomas músculo esqueléticos de los encuestados. El objetivo principal de la encuesta fue poder entender cuáles son las principales molestias músculo esqueléticas, entender su comportamiento y la gravedad de las mismas en los operarios de panadería.

A continuación, en la Tabla 3, se aprecia el área de trabajo, la actividad crítica y la cantidad de operarios que se evaluaron con los diferentes métodos ergonómicos.

TABLA 3. Operarios analizados de la empresa en base a su área y actividad crítica

Área	Actividad Crítica	Cantidad de Operarios
Tamizado de Harina	Levantamiento de costales de Harina	3
Línea de Panadería	Colocación de masa en divisora	8
Línea de Panadería	Formación de masas	10
Línea de Panadería	Colocación de bandejas en coches metálicos	8
Congelado	Manipulación de coches metálicos	4

2. REVISIÓN LITERARIA

Estudios ergonómicos realizados en panaderías por diferentes autores permiten comprobar y sustentar los análisis y los resultados del presente estudio.

El estudio realizado por Quintana en Colombia (2012) utiliza el Cuestionario Nórdico de Kourinka como base para hacer un estudio de los TME que se presentan en una panadería. Se toman en cuenta variables como edad, género, turno, antigüedad y periodo de realización de la tarea [9]. Los resultados analizados en 712 panaderos establecen que a mayor edad, se presentan mayores molestias, y que las principales partes del cuerpo con molestias son: las piernas, rodillas y la zona lumbar [9].

Otro análisis ergonómico en 233 industrias de pan en Irán, realizado por Ghamari y Mohammad & Tajik (2009), concluye que se presentan TME principalmente en la espalda (58.8%), piernas (53.9%), rodillas (62.2%) y hombros (44.6%) [10].

Un estudio realizado por Lima (2013) sobre la percepción de riesgos y TME en una industria panadera establece que muchos empleados tienen una percepción mayor a la exposición del nivel de riesgo de TME frente a los síntomas reportados. En este estudio participaron seis panaderías de Portugal, en las cuales se encontró que los

operarios que suelen presentar TME regularmente tienden a tener una mayor percepción de los riesgos a los que se exponen [3].

Según un cuestionario de análisis músculo esquelético realizado por Wang en una panadería similar al Cuestionario Nórdico de Kuorinka (2011), los operarios de panadería presentan principalmente TME al realizar actividades repetitivas con las extremidades y también al realizar levantamientos de carga pesada [6].

Un estudio realizado por Waters (2011) se enfocó en determinar la eficacia de la ecuación de Niosh para predecir riesgos de dolores en la zona lumbar debido al levantamiento de cargas en diferentes tipos de industrias. Para ello se aplicó la ecuación de Niosh en 125 levantamientos diferentes, y además se utilizó una encuesta para verificar la eficacia de identificación de riesgos [11]. Los resultados del estudio indican que el método de Niosh es un buen indicador para trabajos con un alto nivel de riesgo [11]. También establecen que una persona que realiza un esfuerzo regularmente con un índice de levantamiento (LI) mayor a 1, incrementa significativamente el riesgo de tener un dolor en la zona lumbar frente a un operario que no realiza la actividad [11].

Por otro lado, se realizó un estudio en el año 2000 por Sue Hignett para validar la herramienta ergonómica REBA en profesionales ocupacionales de la industria. Para esto, se llevó a cabo un estudio de 600 posturas, y los resultados permitieron aumentar la confiabilidad del uso del método en toda la variedad de posturas analizadas [12].

Adicionalmente, vale mencionar un estudio relevante para el método de las tablas de Snook & Ciriello, el cual fue realizado para investigar los comportamientos ocurridos al realizar empuje o arrastre de objetos bajo diferentes coeficientes de fricción (COF) [13]. En el estudio se tomó en cuenta 240 tareas de empuje de coches en la industria con un COF de suelo alto y bajo [13]. Los resultados indican que el peso

máximo aceptable fue significativamente mayor (31 %) en un suelo con COF bajo, frente a uno con COF alto [13].

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el riesgo de desarrollar un TME es ignorado por los propios trabajadores hasta que se presentan las molestias; esto se puede deber al extenso periodo de tiempo que hay entre la propia causa y su efecto en el trabajador [3]. Si el objetivo de la empresa es la reducción de accidentes y ocurrencia de lesiones; es necesario invertir tiempo y recursos que aseguren comportamientos adecuados que reduzcan los riesgos laborales [3].

La ocurrencia de TME conlleva a una gran cantidad de costos para la empresa como: costos directos médicos, indemnizaciones, baja productividad, horas extra de trabajo, modificación del puesto de trabajo, búsqueda y capacitación de nuevos empleados de remplazo, demandas y otros costos indirectos asociados [14]. Claramente, los costos son elevados en caso de un accidente o TME, sin embargo, estos también pueden representar una oportunidad de reducción de costos para la empresa analizada en el caso que se prevenga su ocurrencia y se mitigue los riesgos.

El proceso de elaboración de pan en la industria analizada tiene varias actividades que pueden ser consideradas críticas, por su posible impacto de tipo ergonómico que pueden ocasionar en los operarios. En el presente estudio se determinó el nivel de riesgo ergonómico al que podrían estar expuestos los operarios al realizar esfuerzos físicos en sus actividades productivas durante su jornada laboral.

Adicionalmente, el presente estudio propone acciones ergonómicas correctivas en cada una de las actividades críticas del proceso de producción de pan mediante herramientas ergonómicas, las cuales tienen el potencial de ayudar a reducir los riesgos y lesiones en los operarios.

4. METODOLOGÍA:

Para el presente estudio se empleó la metodología A.N.A.C.T conocida como Análisis de las Condiciones de Trabajo, la cual fue desarrollada por el ministerio de trabajo y asuntos sociales de España en el año 1984 [15]. Se recomienda la utilización de esta metodología en organizaciones en las cuales se busque analizar las condiciones de trabajo que se llevan a cabo al realizar sus procesos productivos [15]. La metodología busca principalmente detectar, mediante observación sistemática, los factores o incidentes que interrumpen o perjudican el transcurso de las operaciones dentro de la empresa [15].

La metodología que se utilizó en este estudio se compone de las cinco siguientes etapas:

- Conocer la Empresa

En esta etapa fue fundamental entender el funcionamiento de la empresa analizada y las condiciones laborales que se encuentran en el lugar. Se adquirió un conocimiento general y contexto de las operaciones que se llevan a cabo por parte de los trabajadores en la línea de producción de pan. Se conoció el estado actual de las condiciones de trabajo dentro de la empresa para tener un entendimiento de las actividades laborales, personas encargadas, periodos de trabajo y recursos necesarios del proceso productivo [15].

- Análisis Global de la Situación

En esta etapa se procedió a evaluar el estado actual de las condiciones de trabajo que permitió determinar los lugares en la planta en los cuales se tiene situaciones ergonómicamente desfavorables para los trabajadores. Se estableció en qué áreas fue necesario realizar un análisis que permita evaluar el sistema de forma integral.

Esencialmente se buscó determinar, mediante un diagnóstico actual, cuáles son las prioridades de riesgos ergonómicos que deberían analizarse [15]. Según The International Ergonomics Association (IEA), se debe considerar el diseño y evaluación de las tareas, ambiente y sistemas para que estos sean compatibles con las necesidades, límites y habilidades de las personas [16].

- Encuesta sobre el terreno

Esta sección sirvió como guía para obtener información relevante sobre las condiciones de trabajo actuales desde la perspectiva de los operarios. Permitió identificar la existencia de TME de cada uno de los operarios y sus posibles causas. Se tomó como referencia el Cuestionario Nórdico de Kuorinka con el fin de poder realizar una estimación certera de los TME de los trabajadores a raíz de los procesos productivos [17]. El cuestionario realizado en este estudio se enfoca en las diferentes molestias por regiones de cuerpo, el periodo que ha sentido la molestia, la repercusión en su día a día y el grado de disconformidad asociado. La encuesta se compone de preguntas de perfil personal, de su jornada laboral y de disconformidades por regiones del cuerpo.

- Balance del estado de las condiciones de trabajo

En esta etapa se llevaron a cabo los análisis ergonómicos correspondientes que permitieron tener un diagnóstico certero sobre los riesgos ergonómicos asociados a los trabajadores. Se utilizaron diferentes métodos ergonómicos en función del tipo de actividad que se realiza. Se llevaron a cabo estos cuatro diferentes métodos: Ecuación de Niosh, REBA, JSI y tablas de Snook & Ciriello para evaluar diversas actividades del proceso de producción. Dalmau establece que se debe evaluar diferentes condiciones de trabajo para determinar el nivel de adecuación requerida con el fin de optimizarlas y prevenir los riesgos laborales [18].

- Discusión de los resultados obtenidos y propuesta de mejoras

En esta etapa se logró determinar las afecciones y causas de TME que son propensas a ocasionarse bajo las condiciones de trabajo actuales. En base a la información obtenida y los resultados analizados, se determinó el nivel de gravedad de las actividades productivas críticas que llevan a cabo los trabajadores. Se propuso acciones que permiten reducir los riesgos asociados a las actividades con el objetivo de brindar mayor seguridad y confort a los operarios.

5. PROCEDIMIENTOS Y MÉTODOS

A continuación, en la Tabla 4, se encuentran las actividades críticas que se analizan en este presente estudio con su tipo de análisis y método correspondiente. Posteriormente se resume cada método utilizado con su procedimiento, supuestos y mediciones en base a la actividad analizada.

TABLA 4. Actividades críticas con su tipo de análisis y método ergonómico

Actividad Crítica	Tipo de Análisis	Método Ergonómico
Levantamiento de costales de harina	Levantamiento de carga	Ecuación de Niosh
Colocación de masa en divisora	Carga Postural	REBA
Formación de masas	Repetitividad	JSI
Colocación de bandejas en coches metálicos	Carga Postural	REBA
Manipulación de coches metálicos	Empuje y Arrastre de carga	Tablas de Snook y Ciriello

5.1 Ecuación de Niosh

El método de la Ecuación de Niosh tiene como objetivo servir de ayuda para poder identificar la existencia de un esfuerzo físico a causa de un levantamiento de carga manual [19]. El método permite conocer el peso máximo de levantamiento

recomendado bajo las condiciones de trabajo asociadas, con el fin de disminuir los riesgos de problemas lumbares o dolores de espalda [19]. A partir de los resultados finales y parciales se puede tomar decisiones que aseguren el bienestar del trabajador [20]. Este método toma en cuenta siete parámetros para sus análisis, los cuales son: factor de distancia horizontal, factor de distancia vertical, constante de carga, desplazamiento vertical, asimetría, frecuencia y nivel de agarre [19].

El método Niosh es adecuado para la actividad de levantamiento de costales de harina debido a que la carga de levantamiento tiene un peso considerable, el levantamiento es manual con ambas manos, se realiza frecuentemente, no presenta variaciones significativas y la carga es estable [20]. Se realizó las mediciones directamente a los operarios en el momento que levantaban los costales de harina. Se realizó las mediciones en diferentes días y horarios de la jornada diurna y nocturna para tener mediciones de todos los tres operarios que realizan la actividad. Los costales de harina se encuentran apilados en columnas, por lo cual la postura de levantamiento varía dependiendo de la altura de los costales de donde realiza el levantamiento. Los análisis se realizaron para tres alturas diferentes; baja (0-0.65 m), media (0.65-1.30 m) y alta (1.30-1.95 m) para comprobar si los resultados son semejantes y poder determinar la acción correctiva específica en cada caso. Se realizó tres repeticiones de las medidas de cada operario en las tres alturas diferentes para poder tener mediciones y resultados más precisos. Los datos utilizados para el cálculo supusieron el promedio de las mediciones de las variables H, V, Vo, Vd y A para cada una de las alturas.

5.2 Rapid Entire Body Assessment (REBA)

El método REBA, según Hignett y McAtamney (2000) es apropiado para actividades que requieran una postura crítica para su realización, permitiendo conocer las áreas del cuerpo que se ven afectadas y que podrían presentar TME [12]. Su

enfoque se basa en dividir el cuerpo en segmentos para poder codificar de manera sensitiva e individual las diferentes afecciones a nivel músculo esquelético que se presenten en una actividad, ya sea esta estática o dinámica [12]. Como resultante de este análisis se obtiene el nivel de riesgo de la actividad de padecer lesiones y la acción recomendada para reducir la probabilidad de ocurrencia de un TME [12].

En el presente estudio, el método REBA se utilizó para evaluar la actividad de la colocación de masa en la máquina divisora y la actividad de ubicar las bandejas en los coches metálicos. Para el análisis se validó la utilización del método REBA debido a que ambas actividades cumplen con los principios de uso del método. Las dos actividades se ejecutan mediante posturas inadecuadas, son actividades dinámicas y posiblemente requieren esfuerzo de las extremidades inferiores, por lo cual es factible utilizar el método REBA para su análisis [12]. En este método se utilizó fotografías y videos procesados por el software Kinovea versión 0.8.15 para el estudio de movimiento y la determinación angular necesaria que toma el operario al realizar la actividad, como lo establecen los requisitos del método [12].

Se utilizó imágenes como la que se aprecia en la Figura 1 para los cálculos respectivos de la actividad de colocar la masa en la máquina divisora. En la imagen se puede observar la postura, las mediciones angulares y el esfuerzo físico requerido para levantar la masa y colocarla en el depósito cónico superior.



Figura 1. Colocación de masa en la máquina divisora con mediciones angulares del método REBA.

Para estandarizar las mediciones se tomó en cuenta el lado izquierdo de todos los operarios. Se realizó las mediciones en diferentes días y horarios de la jornada diurna y nocturna para tener mediciones de todos los operarios que realizan la actividad y evitar un posible sesgo. Ocho operarios realizan esta actividad entre ambas jornadas y sus mediciones permitieron establecer de manera conjunta el nivel de riesgo al que se someten [7].

En el caso de la colocación de las bandejas en los coches metálicos, se utilizó imágenes como la que se aprecia en la Figura 2. En la imagen se puede observar la postura las mediciones angulares y las regiones del cuerpo requeridas para su ejecución.

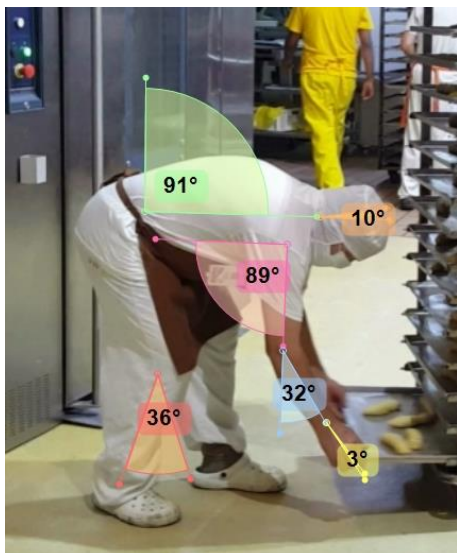


Figura 2. Ubicación de bandejas en los coches metálicos con mediciones angulares del método REBA

Para estandarizar las mediciones se tomó en cuenta el lado derecho de todos los operarios. Se realizó las mediciones en diferentes días y horarios de la jornada diurna y nocturna para tener mediciones de todos los operarios que realizan la actividad y evitar un posible sesgo. Existe una diferencia notoria en la postura del operario para colocar las bandejas en diferentes secciones del coche. Por esta razón, se realizó mediciones en la zona baja, media y alta, divididas simétricamente, con la intención de hallar resultados independientes que permitan actuar en cada caso. Ocho operarios realizan esta actividad de forma frecuente en las líneas de pan congelado, por lo cual las mediciones se realizaron a cada uno de ellos en las tres diferentes secciones.

5.3 Job Strain Index (JSI)

El método JSI, según Moore, sirve para la determinación del riesgo y desórdenes acumulativos asociados en los miembros distales superiores como manos, muñecas, codos o antebrazos al realizar operaciones repetitivas [21]. Este método es un método semi-cuantitativo que se enfoca en seis parámetros, los cuales son: esfuerzo demandado, duración, postura de la muñeca, velocidad de ejecución, intensidad y repetitividad [21].

El método utiliza tablas de puntuación para cada uno de los parámetros mencionados, los cuales posteriormente son evaluados en una ecuación para la determinación del nivel de riesgo de tipo músculo esquelético que presenta la tarea analizada [21].

Los procesos de formación de panes varían de forma notable dependiendo del tipo de pan que se forma. Por esta razón, se procedió a categorizar los diferentes panes que se elaboran en base a su tipo de formado. La categorización establece cuatro tipos de formados principales:

- (1) Formación de panes redondos con ambas manos
- (2) Estiramiento de masas para máquina formadora
- (3) Formación de masa previa a máquina divisora boleadora
- (4) Formación de croissants

El método supone la medición en un tiempo de observación que debe coincidir con el tiempo de ciclo de la actividad [21]. Por esta razón, la toma de datos se realizó durante todo el periodo que se requiere para la formación de las unidades de un lote de pan.

Se puede apreciar en las Figuras 3, 4, 5 y 6 las diferentes posturas que se toman para los principales cuatro tipos de formados mencionados.



Figura 3. Postura tomada en la formación de panes redondos con ambas manos del método JSI



Figura 4. Postura tomada en el estiramiento de masas para máquina formadora del método JSI



Figura 5. Postura tomada en la formación de masa previa a máquina divisora boleadora del método JSI



Figura 6. Postura tomada en la formación de croissants del método JSI

En la Tabla 5, se encuentran como demostración del método los parámetros percibidos y calculados para la formación de panes redondos con ambas manos.

TABLA 5. Parámetros percibidos y medidos del JSI para la formación de panes redondos con ambas manos.

Parámetros	Valor Percibido	Valor Considerado	Multiplicadores
% Duración del esfuerzo		42.46	1.5
Postura mano-muñeca	Extensión de muñeca	Mala	2
Velocidad de trabajo	Ritmo impetuoso pero sostenible	Rápido	1.5
Intensidad el esfuerzo	Esfuerzo perceptible	Un poco duro	3
Duración de la tarea por día(h)		2 a 4	0.75
Esfuerzos por minuto		8	1

5.4 Tablas de Snook & Ciriello

El método de las tablas de Snook & Ciriello permite realizar una evaluación sobre las limitaciones o capacidades que tienen los trabajadores en un entorno industrial respecto a actividades que involucren el arrastre, empuje, levantamiento y transporte de objetos [22]. El método permite analizar tareas que puedan causar lesiones lumbares, de espalda o en los miembros superiores con el objetivo de determinar la fuerza máxima que debería emplearse [22]. Para el método se toman en cuenta diferentes parámetros los cuales son: altura de agarre, frecuencia de empuje, género individuo, fuerzas iniciales y fuerzas sostenidas. El método determina la fuerza inicial, que es la fuerza necesaria para empezar a mover la carga, y la fuerza sostenida, que es la fuerza necesaria para continuar desplazando una vez que la carga se encuentra en movimiento [22].

En específico, para la producción de pan en la empresa, se utilizó las tablas para la evaluación de arrastre de cargas en la actividad de empuje y jalado de coches metálicos cargados de pan a lo largo de la planta. Se realizó mediciones directamente a los operarios y a los coches de producción para los cálculos y análisis correspondientes.

Para este método se tomó en consideración una distancia promedio que se recorre entre la línea de producción y ultracongelado. De igual manera, se determinó mediante observación en diferentes días, un promedio de la frecuencia de traslado que realiza un operario en una jornada regular. Las mediciones de fuerza se midieron utilizando un dinamómetro con mediciones repetidas para tener mayor exactitud en la medición. Además, en el análisis se tomó en cuenta solamente las tablas para género masculino debido a que solamente hombres realizan la actividad como establece el método [22]. Se tomó en consideración un porcentaje de aceptabilidad del 90 % para garantizar que una mayor cantidad de operarios pueda realizar la actividad sin problema. El peso de los coches metálicos en dependencia del tipo de pan que se manejaba, tenía una influencia directa en la resolución del método. Para analizar los resultados de forma objetiva y poder dictaminar el nivel de esfuerzo de forma acertada, se procedió a establecer seis grupos de tipos de panes que se manejan en los coches metálicos. Estos grupos que se encuentran en la Tabla 6, se establecieron en base a las dimensiones físicas y a la distribución semejante que se coloca en cada una de las bandejas metálicas.

TABLA 6. Tipos de pan de la empresa categorizados en grupos

Grupo	Tipos de Pan
1	Redondos Pequeños
2	Medianos Alargados
3	Medianos Gruesos
4	Enrollados
5	Largos
6	Trenza

6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un modelo de regresión lineal múltiple en base a la información completada en las 35 encuestas con la finalidad de poder hallar relaciones relevantes de

los TME de los operarios en la industria [23]. Para el modelo se consideró el grado de disconformidad músculo esquelético general del cuerpo asociado al trabajo cotidiano que realizan los operarios. Esta variable de respuesta se midió en base a una escala visual análoga de intensidad, utilizada en la ergonomía, especialmente cuando se desea obtener una variable continua de respuesta para diferentes análisis estadísticos [8]. La escala con una línea continua de 10 centímetros contiene 101 niveles posibles de disconformidad (desde *Sin Disconformidad* hasta *Máxima Disconformidad*) [8]. Como variables predictoras, se tomó en consideración: edad, tiempo de experiencia en la empresa, altura, peso y tipo de jornada de cada uno de los encuestados. La regresión realizada tiene la intención de hallar relaciones entre las variables predictoras y la variable de respuesta mediante la comprobación de la significancia estadística establecida en un nivel de significancia de 0.05 [23].

7. RESULTADOS DE LOS MÉTODOS ERGONÓMICOS

7.1 Ecuación de Niosh: Levantamiento de costales de harina

Los resultados del método para las tres alturas analizadas se pueden observar en la Tabla 7 abajo. Los resultados establecen que el RWL (peso recomendado de levantamiento límite) debería ser entre 15.901 Kg y 17.902 Kg, para las diferentes alturas. No hay una diferencia considerable del RWL entre la altura baja y media, pero sí para la altura alta. En los tres casos, es importante notar que el RWL está por debajo de los 25 kg que pesa el costal de harina. En conjunto, esto indica que los operarios realizan un esfuerzo de levantamiento mayor al recomendado.

Por otro lado, el índice de levantamiento (LI) indica que los valores de la magnitud relativa del esfuerzo físico se encuentran entre 1.397 y 1.572 para las tres alturas [19]. El método establece que un LI entre 1 y 3 pueden causar problemas a

ciertos de los trabajadores y es recomendado realizar adecuaciones para minimizar el riesgo [19].

TABLA 7. Valores de RWL y LI del método Ecuación de Niosh para las diferentes alturas

Altura	RWL(Kg)	LI
Baja	17.902	1.397
Media	17.705	1.412
Alta	15.901	1.572

Nota: RWL: Recommended Weight Limit
LI: Lifting Index

7.2 REBA: Colocar Masa en Divisora

Se puede visualizar los resultados obtenidos para los ocho operarios que realizan esta actividad en las líneas de panadería en la Tabla 8.

TABLA 8. Puntuaciones y resultados del método REBA al colocar masa en divisora

Operario	Puntuación Grupo A	Puntuación Grupo B	Puntuación Final	Nivel (0-4)	Riesgo
1	6	9	11	4	Muy alto
2	6	9	11	4	Muy alto
3	5	8	9	3	Alto
4	5	8	8	3	Alto
5	5	9	9	3	Alto
6	7	6	9	3	Alto
7	4	8	8	3	Alto
8	5	9	9	3	Alto

Se mantuvo una postura no beneficiosa para el grupo B (brazo, antebrazo, muñeca) con una puntuación entre 9 a 11 puntos, mientras que para el grupo A (tronco, cuello, piernas) la puntuación es próxima a 5 puntos [12]. En algunos casos, se aumentó un punto a la puntuación final debido a que ocurrían cambios de postura significativos al tener que dar un salto para alcanzar la tolva. Para los operarios 1 y 2, se obtuvo riesgo Muy Alto, mientras que para los operarios 3 a 8 un nivel de riesgo Alto. La mayoría de

los operarios presentaron un nivel de riesgo 3 considerado riesgo Alto, lo cual permite establecer que es necesario tomar acciones que permitan disminuir los riesgos asociados.

7.3 JSI: Formación de panes manualmente

Los resultados obtenidos en el método JSI varían en función del tipo de formado de pan. En la Tabla 9 se encuentran los cuatro índices, en orden creciente de riesgo, para los diferentes tipos de formado. La formación de croissants y la formación de panes redondos con ambas manos tienen índices mayores a 7, esto indica que las actividades son probablemente peligrosas [21]. Se cree que un índice de esta magnitud está directamente correlacionado con el riesgo de desarrollar TME en los miembros distales superiores [21].

Por otro lado, la formación de masas para la máquina divisora boleadora y el estiramiento de masas, tienen un índice sustancialmente menor que no supera los 4.5 puntos. Según los estudios realizados por los autores del método, existen muy pocos casos de lesiones que se dan en aquellas personas que tienen un índice menor a 5, por lo cual estas dos tareas mencionadas no representan un riesgo considerable para los operarios [21].

TABLA 9. JSI calculado para cada tipo de formado de pan

Tipo de Formado	JSI
Formación de Croissants	15.19
Formación panes redondos con ambas manos	10.13
Formación de masa previa a máquina divisora boleadora	4.50
Estiramiento de masas para máquina formadora	4.00

7.4 REBA: Colocar bandejas en coches metálicos

Los resultados obtenidos en la Tabla 10 abajo, indican que la colocación del pan en la sección baja de los coches, presenta un riesgo Alto para todos los operarios. La puntuación final permite observar que los valores son elevados y se encuentran entre 9 y 10 en los diferentes operarios.

TABLA 10. Puntuaciones y resultados del método REBA de la sección baja para colocar bandejas en coches metálicos.

Operario	Puntuación Grupo A	Puntuación Grupo B	Puntuación Final	Nivel (0-4)	Riesgo
1	6	6	10	3	Alto
2	7	6	10	3	Alto
3	7	6	10	3	Alto
4	6	5	9	3	Alto
5	7	6	10	3	Alto
6	7	5	10	3	Alto
7	6	5	9	3	Alto
8	7	5	10	3	Alto

Los resultados y puntuaciones para la sección media se pueden visualizar en la Tabla 11. Estos resultados indican que seis de los ocho operarios deben tomar una postura con un riesgo asociado Medio, mientras que dos operarios deben tomar un riesgo asociado Bajo al colocar panes en el coche.

TABLA 11. Puntuaciones y resultados del método REBA de la sección media para colocar bandejas en coches metálicos.

Operario	Puntuación Grupo A	Puntuación Grupo B	Puntuación Final	Nivel (0-4)	Riesgo
1	1	3	2	1	Bajo
2	1	2	2	1	Bajo
3	3	3	4	2	Medio
4	4	5	6	2	Medio
5	2	5	5	2	Medio
6	2	5	5	2	Medio
7	5	4	6	2	Medio
8	4	2	5	2	Medio

La Tabla 12 indica que la sección alta presenta una mayor variación en las

puntuaciones obtenidas debido a un mayor cambio en la postura tomada por parte de cada uno de los operarios. El análisis postural a todos los operarios de esta área permitió hallar una tendencia de respuestas y evitar tomar decisiones de un operario atípico. Mayormente existen riesgos Medios al realizar esta actividad, por lo cual, sí es recomendable un cambio o rediseño de la tarea que permita minimizar este riesgo. La comparación de las Tablas 10, 11 y 12 permite determinar que la sección baja representa mayores riesgos para los operarios.

TABLA 12. Puntuaciones y resultados del método REBA de la sección alta para colocar bandejas en coches metálicos.

Operario	Puntuación Grupo A	Puntuación Grupo B	Puntuación Final	Nivel (0-4)	Riesgo
1	3	8	8	3	Alto
2	1	6	4	2	Medio
3	3	4	4	2	Medio
4	1	2	2	2	Bajo
5	1	6	4	3	Medio
6	4	7	8	3	Alto
7	3	6	6	3	Medio
8	4	5	6	3	Medio

7.5 Tablas de Snook & Ciriello: Manipulación de coches metálicos

En base a los valores medidos y utilizados de: altura, género, porcentaje de aceptabilidad y frecuencia de empuje; se halló la fuerza máxima recomendada a ejercerse en las tablas de empuje y jalado. Estos valores máximos recomendados se pueden apreciar en la Tabla 13.

TABLA 13. Fuerzas máximas recomendadas halladas en las Tablas de Snook & Ciriello

Fuerzas en la Tabla	Empujar (Kgf)	Jalar (Kgf)
Fuerza Inicial	20	16
Máxima		
Fuerza Sostenida	13	10
Máxima		

Posteriormente, se comparó estos valores recomendados con los valores de fuerza medidos para cada uno de los grupos para determinar si los datos medidos sobrepasaban o se encontraban abajo del límite recomendado [22]. En la Tabla 14, se puede apreciar las fuerzas medidas y la resolución del método una vez comparado los valores recomendados con los medidos.

TABLA 14. Fuerzas medidas y resolución para cada grupo de pan mediante las Tablas de Snook & Ciriello

Grupo	Fuerza Inicial Promedio (Kgf)	Fuerza Sostenida Promedio (Kgf)	Empujar	Jalar
1	12.22	7.5	Aceptable	Aceptable
2	15.12	8.91	Aceptable	Aceptable
3	16.5	11.42	Aceptable	No Aceptable
4	16.66	10.5	Aceptable	No Aceptable
5	20.25	13.08	No Aceptable	No Aceptable
6	22.33	18.66	No Aceptable	No Aceptable

Los resultados grupales, ordenados de menor a mayor esfuerzo, indican que no todas las manipulaciones que se realizan están dentro del margen de esfuerzo máximo recomendado. Los resultados aceptables obtenidos para la acción de empujar y de jalar permiten determinar que es preferible que los operarios empujen los choches metálicos a que los jalen. Los grupos 1 y 2 no presentan problemas para empujar o jalar los coches, mientras que los grupos 5 y 6 presentan esfuerzos máximos no aceptables para ningún tipo de manipulación. Aquellas manipulaciones no aceptables tienen la intención de evitar o reducir una posible discapacidad principalmente en la espalda de la persona [22].

7.6 Resultados de la Encuesta

Se realizó un Diagrama de Pareto, que se aprecia en la Figura 7, sobre la cantidad de operarios que han presenciado molestias, lesiones, traumas o dolencias músculo esqueléticas en las diferentes secciones del cuerpo. El diagrama permite

determinar que según el principio de Pareto, el 80 % de las molestias principales ocurren en la espalda, manos, cuello, hombros y rodillas. Estos resultados permiten tener un indicio de los principales TME que presentan los operarios de la empresa, de los cuales, el 68 % considera que fueron causados por una actividad laboral.

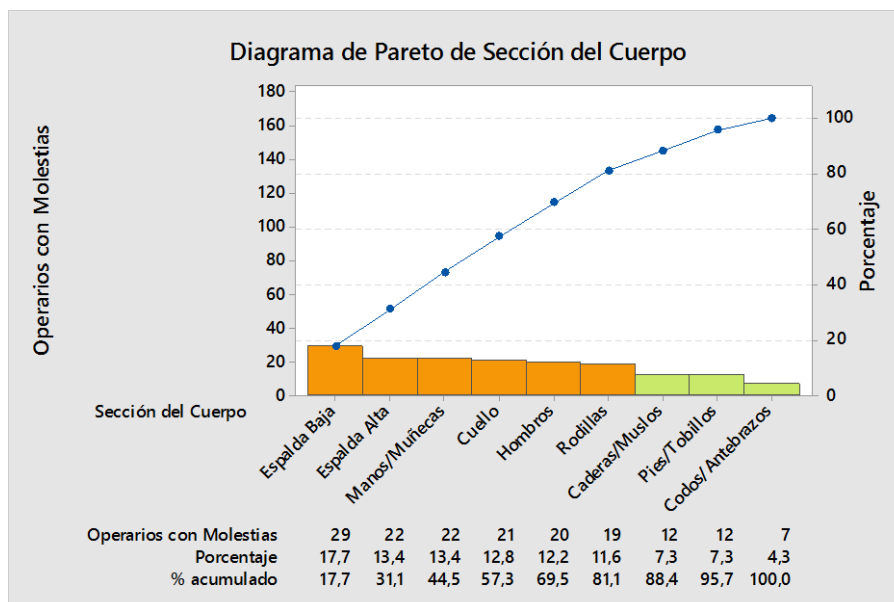


Figura 7. Diagrama de Pareto de molestias de los encuestados por sección del cuerpo.

Los encuestados contestaron que las molestias no les han impedido realizar una actividad dentro o fuera del trabajo para todas las regiones del cuerpo, como se puede apreciar en la Figura 8. Esto quiere decir que la magnitud de las molestias no ha sido tan grave en la mayoría de los casos o que, a pesar de las molestias, han continuado realizando sus actividades cotidianas. La encuesta también ayudó a conocer que las molestias las sintieron en el último año; indicando que estas han estado presentes recientemente y que las han sentido en un periodo de entre 8 a 30 días.

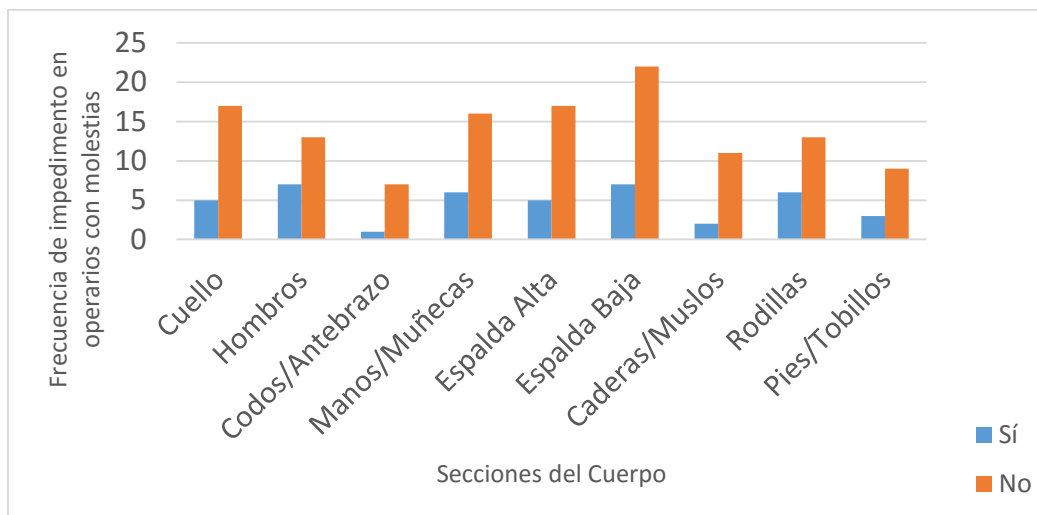


Figura 8. Impedimento por molestia en región del cuerpo para realizar una actividad de los encuestados.

En la Figura 9, se puede observar una gráfica de intervalos, con el 95 % de confianza, del nivel de disconformidad por región de cuerpo que asocian los operarios a las molestias que han presentado. Para el grado de disconformidad por cada región de cuerpo se utilizó una escala visual análoga con 101 niveles de disconformidad posibles [8]. Las medias del grado de disconformidad por región del cuerpo se aproximan a los 4.5 puntos, indicando que no se tiene un grado de disconformidad realmente alto que se aproxime a la disconformidad máxima. No existe una diferencia marcada entre las diferentes secciones del cuerpo en base a los datos de la población de operarios utilizada. Existe mayor variabilidad del grado de disconformidad para los codos, caderas, rodillas y tobillos debido a que una menor cantidad de personas presentan molestias en estas regiones.

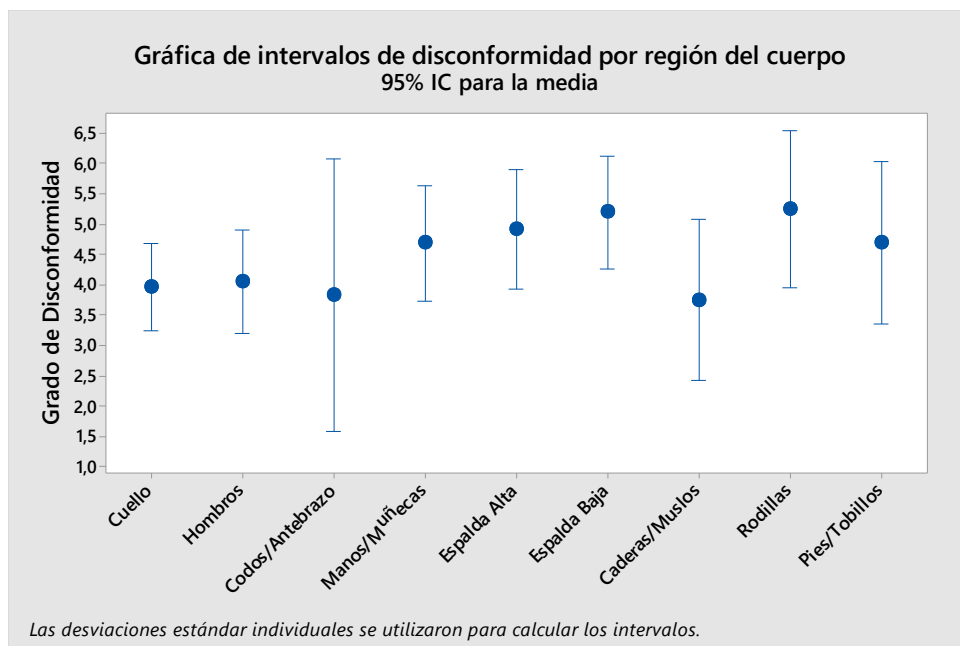


Figura 9. Gráfica de intervalos de la media del grado de disconformidad por región del cuerpo.

En la Figura 10 se tiene el modelo de regresión reducido del grado de disconformidad músculo esquelético general del cuerpo asociado al trabajo cotidiano que realizan los operarios.

Análisis de regresión: Grado Disconformidad vs. Tiempo ... so; Jornada

Método

Codificación de predictores categóricos (1; 0)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	3	66,38	22,127	9,79	0,000
Tiempo de Exp	1	11,31	11,313	5,01	0,033
Peso	1	26,78	26,784	11,85	0,002
Jornada	1	35,99	35,986	15,93	0,000
Error	30	67,78	2,259		
Total	33	134,16			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,50315	49,48%	44,42%	36,47%

Figura 10. Modelo de análisis de regresión reducido del grado de disconformidad músculo esquelético general del cuerpo asociado al trabajo cotidiano.

El análisis de varianza realizado por el software permitió identificar que la variable “Estatura” no tenía significancia estadística y que además existía una alta correlación entre las variables predictoras “Edad” y “Tiempo de Experiencia”. La existencia de multicolinealidad entre dos variables predictoras puede aumentar la varianza de los coeficientes estimados y afectar la resolución estadística del modelo [24]. El modelo de regresión reducido presentado, elimina la variable “Estatura” que no tiene significancia estadística con un valor p mucho mayor a 0.05 y elimina la variable predictor “Edad” por la alta correlación con la otra variable predictor “Tiempo de Experiencia”. De esta forma, se logró incrementar el ajuste del modelo con los datos utilizados; posiblemente el ajuste de un modelo de esta naturaleza se podría mejorar aumentando el tamaño de la población medida. Para este modelo, se pudo identificar que la “Jornada”, el “Peso” y el “Tiempo de Experiencia” son variables significantes al tener un valor p menor al nivel de significancia de 0.05.

En la Figura 11, se aprecia que los operarios de la jornada nocturna tienen una media de disconformidad de 5.5 puntos con un intervalo de confianza superior en comparación con los 3.4 puntos de media que presenta la jornada del día. El cansancio, el frío y el esfuerzo extra que realizan los operarios en la jornada nocturna pueden ser la causa principal del incremento de su grado de disconformidad.

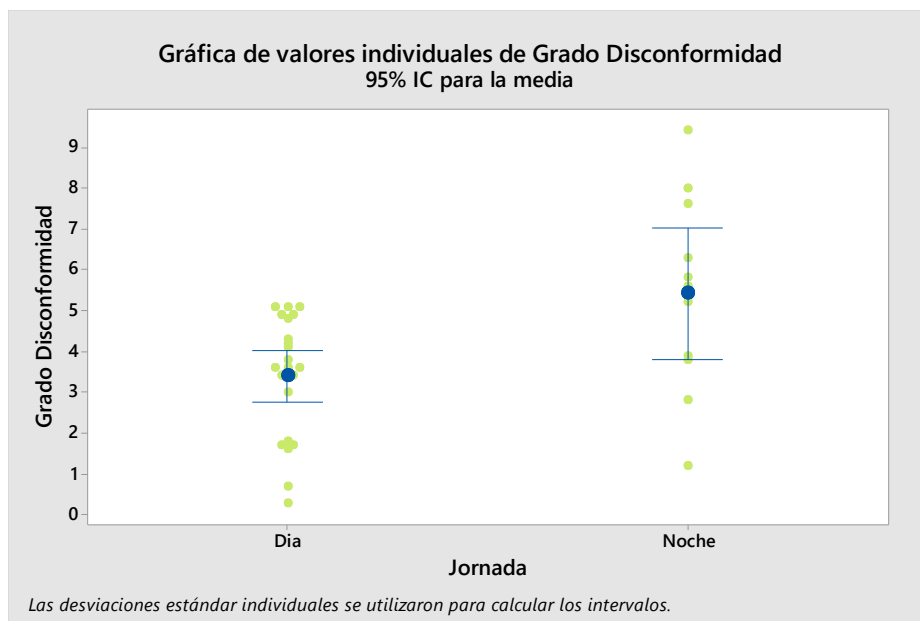


Figura 11. Gráfica de valores y medias de disconformidad para la variable jornada

Al analizar las variables “Peso” y “Tiempo de Experiencia”, se obtiene una tendencia y correlación levemente positiva indicando que a medida que incrementan estas variables, tiende a incrementar el grado de disconformidad. Podría deberse a que el cansancio del trabajo acumulado, el avance de la edad o el peso extra a soportar durante la jornada laboral sean los motivos del incremento del grado de disconformidad. No se evidencia una tendencia lineal marcada en ninguno de los dos casos, sin embargo, es necesario considerar estas variables en relación al grado de disconformidad que perciben los operarios.

8. RECOMENDACIONES

En esta sección, se encuentran recomendaciones para cada actividad analizada en base a los resultados obtenidos por los métodos ergonómicos.

Para la manipulación de costales de harina, debido al LI riesgoso obtenido, se recomienda bajar los costales de harina que se encuentran en una zona alta a una zona media o baja para su posterior levantamiento. Como control de ingeniería, se

recomienda adquirir un elevador móvil para cargas que evite la manipulación manual y disminuya el esfuerzo necesario de levantamiento. Adicionalmente, se recomienda adquirir un silo de lona de capacidad considerable con un sistema dosificador de harina en el perol, el cual permitiría evitar el riesgo asociado de la actividad.

Los índices de JSI obtenidos mayores a 10, permiten recomendar que para la formación manual de los panes, se adquiriera máquinas boleadoras más eficientes que reduzcan el reproceso de formación manual de panes redondos con las manos. La máquina divisora boleadora representó menores riesgos; por lo cual, se incentiva su utilización en el caso que sea posible. Específicamente para la formación de croissants, se sugiere ubicar otro operario para minimizar la cantidad de esfuerzos individuales realizados y así disminuir el índice de riesgo. Como prácticas seguras, la realización de estiramientos con las manos y pausas entre formaciones puede ayudar a prevenir TME [7].

Debido al nivel de riesgo 3 asociado para la colocación de masa en la divisora, se recomienda cortar la misma en pedazos menores a 10 kg que permitan disminuir la carga manipulada por esfuerzo. La utilización de un pedestal metálico de dos peldaños evitaría que se tomen posturas con un cambio significativo para alcanzar la altura de la tolva. El pedestal permitiría reducir las puntuaciones individuales del cuerpo y por consecuencia el riesgo, al levantar los brazos con una menor elevación, mantener el cuello sin extensión, un soporte bilateral simétrico y una menor flexión en los antebrazos [12].

Para la actividad de colocar las bandejas en los coches metálicos debido al riesgo presentado, se sugiere colocar las mismas en la sección alta y media primeramente, y dejar los niveles bajos como sobrantes en caso de requerirlos. Existen posturas correctas de agache y levantamiento con las piernas, que permitirían reducir un

esfuerzo exagerado en la espalda y a su vez reducirían las puntuaciones por región del cuerpo [25]. Para todas las secciones, se observó que es favorable colocarse de forma frontal al coche para evitar rotación del tronco, acercarse al mismo para evitar estirar los brazos demasiado y tomar las bandejas por los costados para evitar desviaciones de las muñecas. Es recomendable una sesión de entrenamiento para los operarios que incentive el uso de estas prácticas seguras en la ejecución de la actividad.

En base al esfuerzo físico requerido para la manipulación de coches metálicos que es excedente en ciertos tipos de pan, se sugiere empujar los coches metálicos en lugar de jalarlos. Como control administrativo, se aconseja engrasar regularmente los coches y evitar utilizar aquellos que presenten una movilidad reducida. Como rediseño de la estación de trabajo, se aconseja mantener un piso sin desperfectos, con un menor coeficiente de fricción que reduzca la fuerza requerida para manipular los coches, pero permita el movimiento en condiciones seguras [13].

9. CONCLUSIONES

El estudio realizado permitió comprobar que la espalda, manos, cuello, hombros y rodillas fueron las regiones del cuerpo en las cuales los operarios han sufrido mayores molestias; esto coincide con lo encontrado en otros estudios en panaderías, como el estudio de Ghamari, Mohammad & Tajik (2009) [10]. De igual forma, la encuesta realizada verificó, como establece el estudio de Lima en el 2013, que los operarios en esta industria perciben un mayor nivel de riesgo frente a los síntomas que son reportados [3].

Adicionalmente, se pudo determinar que trabajar en la noche representa mayores disconformidades músculo esqueléticas asociadas al trabajo percibidas por parte de los operarios. Por otro lado, los tipos de actividades (actividades repetitivas, levantamientos de carga, esfuerzos con las extremidades) que fueron seleccionadas en el proceso de

producción de pan, representaron riesgos considerables, como estableció Wang en un estudio de panaderías en el 2011 [6]. Los análisis realizados permitieron evidenciar que aquellas posturas tomadas en extremos altos o bajos representaron mayores riesgos asociados para los operarios.

10. LIMITACIONES

El estudio que se realizó con la toma de datos en los operarios y procesos propios de la empresa tiene validez esencialmente dentro de esta misma.

En consideración al análisis de regresión realizado, este tiene un ajuste a la realidad y a los datos que permiten entender un posible comportamiento y relaciones de las variables, sin embargo no establece una certeza general determinante.

El método de las Tablas de Snook & Ciriello se basa en tablas antropométricas del exterior pero los análisis y resultados no se ven afectados directamente al considerar prioritariamente la fuerza requerida y no la antropometría del individuo.

Por último, es importante notar que cambios considerables en los procesos podrían alterar las variables y resultados de los métodos ergonómicos realizados.

11. REFERENCIAS

1. Barreto F, Azevedo L. Analysis of ergonomic demands in the bread making section of a bakery in Natal/RN: A case study. XV International Conference on Industrial Engineering and Operations Management; 2009 Oct 06-09; Salvador, Brasil.
2. Beheshti MH. Evaluating the potential risk of musculoskeletal disorders among bakers according to LUBA and ACGIH-HAL indices. JOHE. 2014; 3 (2): 72-80.
3. Lima JM, Pinho ME, Arezes PM. Study of workers' perception on the risk of WRMSDs in the traditional bakery industry. Occupational Saf and Hygiene. 2013; (9): 479-483.

4. Armstrong TJ, Buckle P, Fine LJ, Hagberg, et al. A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health*. 1993; 19(2): 73-84.
5. Madan I. The management of musculoskeletal disorders in the workplace. *Best practice & res clinical rheumatology*. 2015; 29 (3): 345-355.
6. Wang M, Lin HF. The analysis of Musculoskeletal disorder in workers in the food and baking industry. *Industrial Engineering and Engineering management*. IEEE 18th International Conference; 2011 Sep 03-05; Changchun, China
7. Bhattacharya A, McGlothlin D. *Occupational Ergonomics: Theory and Applications*. Florida: CRC Press; 2012.
8. Karwowski W. *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*. Florida: CRC Press, 2006.
9. Quintana L. Ergonomics, automation and logistics: practical and effective combination of working methods, a case study of a baking company. *Ergonomics Studies Center*. 2012; 41: 5931-5934
10. Ghamari F, Mohammad BA, Tajik R. Ergonomic assessment of working postures in Arak bakery workers by the OWAS method. *J of Sch of Public Health & Inst of Public Health*. 2009; 7(1): 47.
11. Waters T, Lu ML, Piacitelli, LA, et al. Efficacy of the Revised Niosh Lifting Equation to Predict Risk of Low Back Pain Due to Manual Lifting. *J of Occupational and Environmental Medicine*. 2011; 53(9):1061-1067.
12. Hignett S, McAmney L. REBA: Rapid Entire Body Assessment. *Appl Ergonomics*. 2000; (31): 201-205.
13. Ciriello V. Maximum acceptable horizontal and vertical forces of dynamic pushing on high and low coefficient of friction floors. *International J. of Industrial Ergonomics*. 2001; 27:1-8.
14. Amell T, Kumar S. Work-related musculoskeletal disorders: Design as a prevention strategy. A review. *J of Occupational Rehabilitation*. 2001; 11(4): 255-65.
15. Nogareda C. NTP 210: Análisis de las condiciones de trabajo: método de la A.N.A.C.T. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales España; 1984.
16. International Ergonomics Association. IEA Triennial Report. 2003; Press, Santa Monica (CA). United States of America.

17. Kourinka I. Standardised Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergonomics*. 1987; 18(3): 233-237.
18. Dalmau I. NTP 451. Evaluación de las condiciones de trabajo: métodos generales. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales España; 1999.
19. Waters T, Anderson V, Garg A, Applications Manual for the Revised Niosh Lifting Equation. Ohio (OH): National Institute for Occupational Safety and Health; 1994
20. Dempsey P. Usability of the revised NIOSH lifting equation. *Ergonomics*. 2002; 45(12):817-828.
21. Moore JS, Garg A. The Strain Index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association J*. 1995; 56:443-458
22. Snook SH, Ciriello VM. The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces, *Ergonomics*. 1991; 34(9): 1197-1213
23. Montgomery D. Diseño y análisis de Experimentos. Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc; 2013.
24. Patrick M. Understanding regression analysis. New York: Plenum Press; 2007.
25. Corlett E. The ergonomics of working postures: models, methods and cases. Great Britain: CRC Press; 2003.