

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

ESPECIALIZACION SALUD EN EL TRABAJO

TITULO DE TESIS

**ANALISIS ERGONOMICO EN EL
LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS
DEL PUESTO DE ESTIBADOR Y SURTIDOR
EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA**

BETTINA PATRICIA LOPEZ TORRES

DICIEMBRE 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido ser parte de esta profesión tan hermosa que me ha dado tantas satisfacciones.

A mis padres y a mi hermana porque han sido la base de la formación que he tenido como persona.

A mis profesores quienes se han presentado como la guía en el camino de mi crecimiento profesional y que me han brindado grandes oportunidades.

A Roberto porque con su apoyo y amor incondicional me impulsa a seguir adelante en mi superación personal.

“La tarea cotidiana, realizada con agrado y a veces con entusiasmo, produce la maduración del carácter del trabajador; da experiencia y afirma conocimientos”.

(Vasconcelos 1980).

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	6
2. RESUMEN.....	7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
4. ANTECEDENTES	8
4.1 ERGONOMIA Y FUNDAMENTOS	8
4.2 INSTITUTO NACIONAL DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL (NIOSH).....	9
4.3 METODOS DE EVALUACION DESARROLLADOS EN ERGONOMIA PARA EL LEVANTAMIENTO DE CARGAS	10
4.3.1 NORMA FRANCESA AFNOR	10
4.3.2 METODO REFA	11
4.3.3 METODO REGI	12
4.3.4 METODO NIOSH	12
4.4 DOLOR LUMBAR Y LEVANTAMIENTO DE CARGAS	15
4.5 REPORTE DE ESTUDIOS INTERNACIONALES.....	18
4.6 ESTUDIOS EN POBLACION MEXICANA.....	34
5. OBJETIVO GENERAL.....	35
6. OBJETIVO ESPECIFICO.....	35
7. HIPOTESIS	35
8. JUSTIFICACION	35
9. METODOLOGIA	38
9.1 TIPO DE ESTUDIO	38
9.2 POBLACION	38
9.2.1 CRITERIOS DE INCLUSION	38
9.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSION	39
9.3 VARIABLES	39
9.4 INSTRUMENTOS EMPLEADOS	39
9.4.1 CUESTIONARIO DEL OPERADOR	39
9.4.2 CUESTIONARIO DE VIGILANCIA A LA SALUD	40
9.4.3 HOJAS DE CAMPO	41

9.5 PROCEDIMIENTO	41
9.5.1 SELECCIÓN DE LAS AREAS DE ESTUDIO.....	41
9.5.2 ANALISIS DEL PUESTO.....	41
9.6 ANALISIS DE LA INFORMACION	42
9.7 CAPTURA ESTADISTICA	43
9.8 RECURSOS HUMANOS	44
9.9 RECURSOS MATERIALES	44
9.10 RECURSOS FISICOS	44
9.11 RECURSOS INSTITUCIONALES Y ECONOMICOS	44
10. RESULTADOS	45
10.1 NIVEL DE RIESGO POR LINEA DE PRODUCCION	45
10.2 NIVEL DE RIESGO POR PUESTO	46
10.3 FRECUENCIA DE LUMBALGIA	49
10.4 CONDICIONES DE TRABAJO Y OPINION DE LOS TRABAJADORES	51
11. DISCUSION DE RESULTADOS	52
12. CONCLUSIONES	55
13. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO EN EL MANEJO MANUAL DE CARGAS	56
13.1 RECOMENDACIONES DE INGENIERIA	56
13.2 RECOMENDACIONES DE TIPO ADMINISTRATIVO	56
13.3 RECOMENDACIONES DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	56
14. ANEXO I METODO NIOSH	58
15. ANEXO II FORMA DE COLECCIÓN DE DATOS NIOSH	63
16. ANEXO III CUESTIONARIO DEL OPERADOR	64
17. ANEXO IV CUESTIONARIO DE VIGILANCIA DE LA SALUD	65
18. ANEXO V TABLA DE RESULTADOS CUESTIONARIO DEL OPERADOR	68
19. ANEXO VI TABLA DE RESULTADOS DE CUESTIONARIO DE VIGILANCIA DE LA SALUD	71
20. ANEXO VII BASE DE DATOS	73
21. BIBLIOGRAFIA	84

1. INTRODUCCION

Actualmente se pueden prevenir algunas enfermedades de tipo laboral como son la pérdida de la visión, la pérdida auditiva, padecimientos pulmonares como enfermedad crónica o cáncer laboral, dermatosis, evitar accidentes pero, aún falta cultura para prevenir malas posturas, mejorar la iluminación del ambiente laboral, prevenir daño en el sistema musculoesquelético del trabajador, favorecer el confort de la propia actividad y controlar el estrés, no solamente psicológico, sino también estrés físico. Es por ello que la ergonomía se está desarrollando a pasos agigantados, y es el instituto de NIOSH quien ha realizado grandes descubrimientos para lograrlo, los investigadores de NIOSH trabajan juntos para reducir la carga enorme de las heridas y enfermedades del lugar de trabajo en los EEUU.

Cada día, un promedio de 9,000 trabajadores estadounidenses sufren heridas en el trabajo, 16 trabajadores se mueren de una herida obtenida en el trabajo, y 137 trabajadores se mueren de enfermedades asociadas con el trabajo. Es grande la carga económica de esta cifra. Los datos de un estudio financiado por NIOSH revelan que los costos directos e indirectos de enfermedades y heridas ocupacionales son \$171 mil millones por año de donde \$145 mil millones son por accidentes ocupacionales y \$26 mil millones por enfermedades. En comparación con otros padecimientos que afectan económicamente a la sociedad, los costos son de \$33 mil millones por SIDA, \$67.3 mil millones por la enfermedad de Alzheimer, \$165.3 mil millones por enfermedades circulatorias y \$170.7 mil millones por el cáncer¹.

Durante los últimos años el registro de riesgos de trabajo en México (accidentes y enfermedades) ha mostrado una constante. A mediados de los años ochentas de cada 100 trabajadores afiliados, 10 acudían anualmente al IMSS por algún daño a la salud relacionado con el trabajo. En este siglo el número se redujo considerablemente a menos de 4 trabajadores de cada 100. La causa de este franco descenso en la siniestralidad está todavía por determinarse, siendo datos estadísticos del año 1985 al 2002². Razón por la cual es importante desarrollar proyectos al respecto, tratando de buscar la forma adecuada de brindar más antecedentes sobre la importancia de la ergonomía y su repercusión positiva en el desempeño laboral del individuo, en su salud a largo plazo y en el control de los costos para las empresas, quienes deben aprender a invertir en la prevención y, de esta forma, ahorrar lo que posteriormente se pagará en la curación de los padecimientos de la población laboral y hasta en incapacidades permanentes totales.

El presente estudio tiene la finalidad de ser un precedente en la empresa manufacturera, ya que al ser de reciente creación, necesita la información del grado de riesgo al que están expuestos los trabajadores del puesto de estibador y surtidor de producto, así como si han presentado sintomatología a nivel musculoesquelético, específicamente columna lumbar, y con la información obtenida se darán las recomendaciones pertinentes de acuerdo a los observado, y así se buscará que en determinado tiempo se realice otra evaluación de este tipo, teniendo un punto de comparación y detectando las áreas de oportunidad para la empresa en beneficio de la salud y bienestar de su fuerza laboral, en el puesto de estibador y surtidor de producto.

¹ www.niosh.org.mx

² Instituto Mexicano del Seguro Social. Salud en el Trabajo. IMSS (México, D.F.) 2003 Agosto; 34 (6): 1-3.

2. RESUMEN

2.1 Introducción

Se considera que el dolor lumbar es un padecimiento muy frecuente y de los principales motivos de consulta, siendo costoso su tratamiento y causa de pérdida en productividad laboral. El planteamiento del problema es si ¿la aplicación de la ecuación de NIOSH en el levantamiento manual de cargas del puesto de estibador y surtidor, predice la presencia de dolor de espalda baja en los trabajadores? El objetivo general es conocer si el grado de riesgo obtenido mediante la aplicación de la ecuación de NIOSH en el levantamiento manual de cargas del puesto de estibador y surtidor, se asocia con la presencia de dolor lumbar en los trabajadores. La hipótesis del estudio es si existe una relación entre el Índice de Levante calculado con el método NIOSH y la frecuencia de trabajadores que refieren presentar dolor en la espalda baja.

2.2 Metodología

Los puestos estudiados fueron los de estibador y surtidor de producto. Se realizó el estudio en un total de 17 líneas de producción con 34 puestos de trabajo, durante el turno matutino, con una duración de observación de las actividades por un periodo de 15 minutos en cada puesto. Se obtuvieron las mediciones requeridas en cada puesto de trabajo para la aplicación de la ecuación de NIOSH y obtener el $RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$. Además, se aplicó un cuestionario de vigilancia de la salud y cuestionario del operador, con la finalidad de determinar si durante el tiempo que habían trabajado en la empresa presentaron dolor en espalda baja.

2.3 Resultados

Los resultados muestran que de los puestos de trabajo evaluados con el grado de riesgo al que están expuestos, y dependiendo del índice de levante obtenido en la aplicación de la ecuación de NIOSH, que el 59% de los trabajadores que realizan el levantamiento manual de cargas está en riesgo bajo y el 9 % únicamente está en riesgo alto. Y en relación a la tendencia en la distribución de la evaluación de cada puesto por grado de riesgo no hay una diferencia significativa ya que se obtuvo el siguiente resultado Chi2, $P=0.9$.

En lo referente a la relación entre el grado de riesgo al que se exponen los puestos evaluados y la presencia de dolor en espalda baja, se encuentra que de los 17 puestos evaluados de surtidores el 50% de los que están expuestos a grado de riesgo alto presentan dolor en espalda baja, mientras que de los puestos de estibador que están expuestos a grado de riesgo alto el 100% presenta dolor en espalda baja. Con esta información se puede observar que entre estibadores sí es significativa la diferencia de reporte de dolor en espalda baja entre los grupos de riesgo, observándose un incremento de dolor reportado conforme incrementa el grado de riesgo al que se expone cada puesto, para Surtidor Chi2, $P=0.126$ que no es significativa y Estibador Chi2, $P= 0.050$ resultado que sí es significativo. Con lo cual se puede concluir que la ecuación de NIOSH sí permite predecir la presencia de dolor en espalda baja en uno de los puestos evaluados, debido a la significancia en la tendencia a presentarse mayor número de puestos expuestos a alto riesgo con la sintomatología de dolor en espalda baja.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿La aplicación de la ecuación de NIOSH en el levantamiento manual de cargas del puesto de estibador y surtidor, predice la relación entre el grado de riesgo al que se expone el puesto y la presencia de dolor de espalda baja en los trabajadores?

4. ANTECEDENTES

4.1. Ergonomía y fundamentos

El término ergonomía proviene de la raíz etimológica “erg” y “economics”, entendido como equivalente de biotechnology, ya que biotecnología comprende muy variadas técnicas. Se ha observado que a partir de las actividades bélicas es que han surgido múltiples avances en las aplicaciones científicas. Existe otra corriente que afirma que el término ergonomía proviene de las palabras griegas *ergos* que significa trabajo y *nomos* que significa ley o norma; la primer referencia a la ergonomía aparece recogida en el libro del polaco Wojciech Jastrzebowski en 1857 titulado “Compendio de Ergonomía” o “De la ciencia del trabajo” basada en verdades tomadas de la naturaleza, que según traducción de Pacaud en 1974 dice “para empezar un estudio científico del trabajo y elaborar una concepción de la ciencia del trabajo en tanto que disciplina, no debemos supeditarla en absoluto a otras disciplinas científicas”¹.

Durante la II Guerra Mundial los progresos de la tecnología habían permitido construir máquinas bélicas, sobre todo aviones, cada vez más complejas de utilizar en condiciones extremas. A pesar del proceso de selección del personal, de su formación, de su entrenamiento y de su elevada motivación, se ocasionaron múltiples pérdidas materiales e incluso pérdidas humanas, ya que todo ello no era suficiente, la plasticidad humana para responder a los requerimientos de las máquinas tenía sus límites.

Desde la antigüedad los científicos han estudiado el trabajo: Leonardo Da Vinci en sus Cuadernos de Anatomía (1498) investiga sobre los movimientos de los segmentos corporales, por lo que puede considerarse precursor de la biomecánica; Durero analizó en el Arte de la Medida (1512) los movimientos y la ley de proporciones que sirvieron de inicio a la moderna antropometría; Lavoisier como estudioso del gasto energético es precursor de los análisis del costo del trabajo muscular; Coulomb analiza los ritmos de trabajo para definir la carga de trabajo óptimo; Chauveau plantea las primeras leyes de gasto energético en el trabajo; Marey pone a punto rudimentarias técnicas de medición; y Juan de Dios Huarte en su Examen de Ingenios (1575), busca la adecuación de las profesiones a las posibilidades de las personas. Ramazzini publica en el siglo XVII el primer libro donde se describen las enfermedades relacionadas con el trabajo: afecciones oculares que padecían los trabajadores que intervenían en la fabricación de pequeños objetos, también realizando estudios muy interesantes sobre la sordera en los caldereros de Venecia. Vauban en el siglo XVII y Belidor en el siglo XVIII son considerados pioneros en los planteamientos y el análisis con metodología ergonómica, ya que intentaron medir la carga de trabajo físico en el mismo lugar donde se desarrolla la actividad².

En el siglo XIX Tissot se interesa por la climatización de los locales y Patissier preconiza la recopilación de datos sobre mortalidad y morbosidad de los obreros. La universidad de Leningrado crea la Cátedra de Higiene en 1981, que dirige Dobrosлавин; Erisman en 1881 organiza la cátedra de Higiene de la Universidad de Moscú y efectúa

¹ Vasconcelos R, Castellanos J. Medicina del Trabajo y Ergonomía. La medicina del hombre en su totalidad. México: Trillas; 1980.

² Mondelo P. Ergonomía y Fundamentos I. Barcelona: Ediciones UPC; 1994.

estudios pioneros sobre las condiciones higiénicas del trabajo y vida de los obreros fabriles.

El empleo actual del término se debe a Murrell, que ha sido adoptado oficialmente durante la creación, en julio de 1949, de la primera sociedad de ergonomía, la Ergonomics Research Society.

En México se formó el Centro Nacional de Productividad, Fideicomiso del Gobierno Federal que, en julio de 1970, inició actividades para dar lugar a la Asociación Mexicana de Ergonomía que comenzó actividades el 17 de agosto de 1971³.

4.2 Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH)

El Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) es la agencia federal encargada de hacer investigaciones y recomendaciones para la prevención de enfermedades y heridas asociadas con el trabajo. El Instituto es parte de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC).

NIOSH es la agencia responsable de realizar las investigaciones relacionadas con todo lo que tiene que ver con las enfermedades y lesiones ocupacionales, desde la enfermedad pulmonar de mineros hasta el síndrome del túnel carpiano de usuarios de la computadora. Además de hacer investigaciones, NIOSH investiga condiciones de trabajo peligrosas ya sea solicitado por dueños o empleados; hace recomendaciones y disemina información sobre la prevención de enfermedades y lesiones en el trabajo; así como también provee formación a profesionales de la salud y seguridad ocupacional NIOSH es una organización diversa formada por empleados que cubren una gran variedad de disciplinas, incluyendo la higiene industrial, la enfermería, la epidemiología, la ingeniería, la medicina y la estadística.

NIOSH, cuya oficina central está en Washington, D.C., tiene oficinas en Atlanta, Georgia, y divisiones de investigación en Cincinnati, Ohio; Morgantown, West Virginia; Bruceton, Pennsylvania; y Spokane, Washington.

Se han logrado grandes avances hasta ahora, en gran parte con base en la ciencia y el conocimiento generado por las investigaciones de la salud y seguridad ocupacional. NIOSH hace o financia la mayoría de estas investigaciones. Como parte de su misión, NIOSH dirige programas en cada estado para mejorar la seguridad y salud de los trabajadores. Como parte de estas actividades estatales, NIOSH evalúa los riesgos que existen en los lugares de trabajo y recomienda soluciones cuando se lo piden los dueños, trabajadores, o agencias federales o estatales; aumenta la capacidad de los estados en asuntos de seguridad y salud ocupacional por subsidios y acuerdos cooperativos; financia investigaciones de salud y seguridad ocupacional en una gran variedad de temas en universidades y otras organizaciones; y sostiene programas de formación para la salud y seguridad ocupacional⁴.

4.3 Métodos de evaluación desarrollados en ergonomía para el levantamiento manual de cargas

³ Vasconcelos R, Castellanos J. Medicina del Trabajo y Ergonomía. La medicina del hombre en su totalidad. México: Trillas; 1980.

⁴ www.niosh.org.mx

Tanto en los movimientos como en otros aspectos que estudia la biomecánica, hay que tener siempre presentes las diferencias individuales, incluidos los efectos de la condición física, sexo, edad, peso, estatura, así como las limitaciones funcionales subyacentes a una tarea, etc.

Los movimientos que se pueden realizar con las diversas articulaciones de las personas tienen ángulos límites, fuera de los cuales no se puede llevar a movimiento ningún miembro, si bien es cierto que también existen diferencias en función de los individuos.

Cuando se analizan movimientos se tiene presente que la mayoría de las veces no interesa el rango máximo de la articulación, sino los valores de confort de los ángulos de las diversas articulaciones, fuera de los cuales realizar la actividad resulta ser más difícil, penoso o incluso peligroso para el trabajador. Dichos ángulos dependerán también de la edad, el entrenamiento físico y las diferencias anatómo-funcionales de cada persona.

El ángulo de la visión tiene un papel importante en todas las actividades desempeñadas por el trabajador, por lo que deberá analizarse la posición de la cabeza y los ojos en las diferentes tareas que se deban desarrollar. En muchas ocasiones al desarrollar un puesto de trabajo lo primero que se toma en cuenta para componer la arquitectura del puesto es la distancia entre el ojo y la mano, o la distancia del ojo a un punto crítico de la pieza, considerando los límites angulares en función del desplazamiento del globo ocular en variaciones ya establecidas tanto vertical como horizontalmente; siendo en el plano horizontal donde el campo visual se considera como satisfactorio en los límites de 25° a la derecha e izquierda del eje que pasa por la nariz.

A continuación se describen algunos de los métodos empleados para evaluar el manejo manual de cargas en trabajadores:

4.3.1 Norma Francesa AFNOR (Association Francaise De Normalisation)

La norma francesa AFNOR siglas de Association Francaise de Normalisation, constituye la norma de homologación francesa del 20 de julio del año 1985. Proporciona los límites de esfuerzo recomendados por la acción sobre los controles, herramientas o útiles, excluidos los esfuerzos solicitados por el transporte de cargas con desplazamiento corporal del trabajador.

El método de AFNOR es el único que tiene carácter de norma, cabe mencionar que es el más pobre en cuanto a antropometría, las variables posicionales y posturales consideradas son pocas y las correcciones por otros factores influyentes son poco rigurosas.

Esta norma da importancia a la distinción posicional en el lugar de trabajo, ya sea de pie o sentado, y dentro de la posición de sentado además de apoyo lumbar o con apoyo lumbar para ejercer fuerza en los pies. Para completar esta evaluación se incorporan las posibles variantes del asiento, siendo esto de gran utilidad en la elección del mobiliario idóneo para ese puesto de trabajo.

El inconveniente es que no toma en cuenta las diferentes posturas que se pueden tomar ya sea de pie o sentados, presuponiendo que el operario tomará la más cómoda para realizar el esfuerzo.

Temporalmente sólo se tiene en cuenta la presencia del esfuerzo y no se determina la influencia de la duración de la jornada laboral, ni el horario. Tampoco se considera la edad, la preparación física, solamente tratando la variable género⁵.

4.3.2 Método REFA (Reichsausschusses Für Arbeitszeitermittlung)

El método REFA (Siemens) son siglas de la fundación del Reichsausschusses für Arbeitszeitermittlung, en Berlín el 30 de septiembre del año 1924, que de acuerdo con la voluntad de sus fundadores tenía la tarea de recoger, examinar y ordenar todo cuanto fuera posible hallar en el campo de la determinación de tiempos de trabajo, y hacerlo accesible a la opinión pública.

Se creó como un manual REFA y se redactó contemplando todas las leyes, normas o códigos vigentes para la República Federal Alemana. Su contenido queda dividido por capítulos según materias, y comprende desde la evaluación de fuerzas físicas, hasta el estudio de ruido, pasando por métodos de trabajo, condiciones visuales, controles e indicadores, clima, etc., concentrando su interés en el estudio antropométrico de los límites admisibles para las fuerzas, momentos y manutención manual.

Se considera es un método práctico pero peligroso; práctico porque siguiendo la rutina de trabajo se obtienen fácilmente los valores y sus rangos de uso pero, es peligroso porque el valor numérico en sí no es siempre un indicador fidedigno que evalúe toda la problemática.

El método deja claro que los resultados obtenidos serán válidos para los esfuerzos con o sin movimiento, pero no para los movimientos con impulso o en los casos que exista carga simultánea de diversos sistemas musculares.

El cálculo del límite admisible se basa en unos valores de referencia tabulados según el sistema muscular; el punto de acción de la fuerza es el interfaz entre la persona y la máquina, la herramienta o el objeto; generalmente situado en la palma de la mano o en la planta del pie.

Desde el punto de vista antropométrico de la evaluación de fuerzas y momentos, este manual constituye uno de los elementos más completos que existen, y además cuenta con todas las variables relevantes que rodean cualquier actividad, razón por la que se considera una de las guías más utilizadas en diseños de puestos de trabajo.

4.3.3 Método REGI (Regímenes)

El método REGI para diseñar regímenes de trabajo y descanso en actividades físicas en ambientes calurosos, parte del hecho de que casi todos los factores presentes en el puesto de trabajo de cualquier actividad influyen integralmente en la capacidad de

⁵ Mondelo P, Gregori E, Blasco J y Barrau P. Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo. 2ª ed. México: Ediciones UPC Alfaomega; 2001.

trabajo físico de las personas, como son: el tiempo que dura la actividad, el ambiente térmico, el ruido, las vibraciones, la iluminación, la monotonía, la desmotivación, etc.

El método surge por una idea de S. Viña en La Habana Cuba, el cual relaciona la capacidad de trabajo físico del sujeto y el tiempo de trabajo, para determinar el límite de gasto energético del individuo.

Es así como partiendo de investigaciones de E. Gregori y P. R. Mondelo y de análisis de diversas opiniones y de los resultados obtenidos en su aplicación práctica en salas de máquinas, buques mercantes, fábricas de azúcar, fábricas de cajas de cartón, etc., establecieron incluir los siguientes aspectos:

1. Corrección de algunos tiempos de trabajo menores de 10 minutos.
2. Incorporación del concepto “Capacidad de Trabajo Físico Modificada” (CTFM), que más que su capacidad de trabajo físico en el sentido tradicional del término, es el rendimiento real del trabajador, ya que incluye todas las variables ambientales y subjetivas que son reflejadas por la frecuencia cardíaca del sujeto.
3. Incorporación del concepto “Barrera de Gasto Energético” (BGE), que es una representación gráfica de la relación entre el gasto energético acumulado durante la jornada laboral y el tiempo en el que se lleva a cabo la actividad, representando el momento en que debe descansar el trabajador para encontrarse más apto y reanudar su actividad.
4. Incorporación del concepto “Barrera de Tensión Térmica” (BTT), con el control doble del ambiente térmico: primero implícito de la CTFM y segundo explícito en la BTT a través del cálculo del tiempo máximo de exposición a la sobrecarga calórica.

Dicho método permite diseñar regímenes de trabajo y descanso de actividades físicas, desde moderadas hasta muy pesadas, establecer rotación entre los obreros, trabajar bajo ambientes térmicos, desde confortables hasta críticos, en centros de trabajo donde existen actividades físicas con dichas características. Su aplicación es solamente para tareas que usan las dos manos.

4.3.4 Método NIOSH (National Institute of Safety and Health)

El método NIOSH siglas de National Institute of Safety and Health de Estados Unidos de América creó un comité de expertos para revisar la metodología sobre manipulación de cargas y levantamiento de pesos. Este comité desarrolló la NIOSH Work Practice Guide for Manual Lifting (1981) a partir de la revisión y estudios de diversas investigaciones en levantamientos manuales. Fué en las Revisions in NIOSH Guide to Manual Lifting (1991), en donde se plasmaron todos los conocimientos referentes al levantamiento manual de cargas en una fórmula práctica que constituye el procedimiento operativo del método.

Este método ha sido desarrollado con el fin de prevenir lesiones para un grupo de población formado por hombres y mujeres, combinando los tres conceptos que intervienen, el biomecánico, fisiológico o psicofísico, obteniendo la carga máxima que responde al menor peso obtenido al aplicar una misma tarea. Es así como el criterio biomecánico limita el esfuerzo sacro-lumbar, que es el de mayor importancia en levantamientos infrecuentes; el criterio fisiológico limita el esfuerzo metabólico y la

fatiga asociada con tareas repetitivas de levantamiento; y el criterio psicofísico limita la carga de trabajo basándose en la percepción que los trabajadores tienen sobre su propia capacidad de levantar una medida aplicable a casi todas las tareas, excepto con frecuencias de levantamiento muy elevadas, mayor de 6 veces por minuto.

Es así como el criterio biomecánico se caracteriza por lo siguiente: 1) elección de la unión de las vértebras L5 y S1 como el lugar de mayor esfuerzo lumbar durante el levantamiento, 2) considera la fuerza de compresión como el vector de esfuerzo crítico y 3) selecciona 3.4 kN como la fuerza de compresión que define un incremento de riesgo de lesión lumbar.

El criterio fisiológico por su parte establece: 1) fija en 9.5 Kcal/min la medida base de capacidad máxima aeróbica para determinar el gasto de energía límite para tareas repetitivas de levantamientos, 2) selecciona el porcentaje (70%) de la capacidad aeróbica base máxima para establecer el gasto de energía límite para los levantamientos que requieren predominantemente trabajo del brazo, levantamientos por encima de 75cm y 3) fija tres porcentajes 50%, 40% y 33% de la capacidad máxima aeróbica para establecer los límites de consumo cuando las tareas duran 1 hora, 1 a 2 horas y de 2 a 8 horas respectivamente.

Finalmente el criterio psicofísico lleva a: 1) elección de un criterio aceptable para el 75% de la población trabajadora femenina y 2) al uso de pesos máximos aceptables para los levantamientos y fuerza para determinar los pesos límites recomendados⁶.

La ecuación de NIOSH permite evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga, ofreciendo como resultado el peso máximo recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que es posible levantar en las condiciones del puesto para evitar la aparición de lumbalgias y problemas de espalda. Además, el método proporciona una valoración de la posibilidad de aparición de dichos trastornos dadas las condiciones del levantamiento y el peso levantado. Los resultados intermedios sirven de apoyo al evaluador para determinar los cambios a introducir en el puesto para mejorar las condiciones del levantamiento.

Diversos estudios afirman que cerca del 20% de todas las lesiones producidas en el puesto de trabajo son lesiones de espalda, y que cerca del 30% son debidas a sobreesfuerzos. Estos datos proporcionan una idea de la importancia de una correcta evaluación de las tareas que implican levantamiento de carga y del adecuado acondicionamiento de los puestos implicados.

En 1981 el Instituto para la Seguridad Ocupacional y Salud del Departamento de Salud y Servicios Humanos publicó una primera versión de la ecuación NIOSH; posteriormente, en 1991 hizo pública una segunda versión en la que se recogían los nuevos avances en la materia, permitiendo evaluar levantamientos asimétricos, con agarres de la carga no óptimos y con un mayor rango de tiempos y frecuencias de levantamiento. Introdujo además el Índice de Levantamiento (LI), un indicador que permite identificar levantamientos peligrosos.

⁶Mondelo P, Gregori E, Blasco J y Barrau P. Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo. 2ª ed. México: Ediciones UPC Alfaomega; 2001.

Básicamente son tres los criterios empleados para definir los componentes de la ecuación: biomecánico, fisiológico y psicofísico. El criterio biomecánico se basa en que al manejar una carga pesada o una carga ligera incorrectamente levantada, aparecen momentos mecánicos que se transmiten por los segmentos corporales hasta las vértebras lumbares dando lugar a un acusado estrés. A través del empleo de modelos biomecánicos, y usando datos recogidos en estudios sobre la resistencia de dichas vértebras, se llegó a considerar un valor de 3.4 kN como fuerza límite de compresión en la vértebra L5/S1 para la aparición de riesgo de lumbalgia. El criterio fisiológico reconoce que las tareas con levantamientos repetitivos pueden fácilmente exceder las capacidades normales de energía del trabajador, provocando una prematura disminución de su resistencia y un aumento de la probabilidad de lesión. El comité NIOSH recogió unos límites de la máxima capacidad aeróbica para el cálculo del gasto energético y los aplicó a su fórmula. La capacidad de levantamiento máximo aeróbico se fijó para aplicar este criterio en 9.5 kcal/min. Por último, el criterio psicofísico se basa en datos sobre la resistencia y la capacidad de los trabajadores que manejan cargas con diferentes frecuencias y duraciones, para considerar combinadamente los efectos biomecánico y fisiológico del levantamiento.

A partir de los criterios expuestos se establecen los componentes de la ecuación de NIOSH. La ecuación parte de definir un "levantamiento ideal", que sería aquél realizado desde lo que NIOSH define como "localización estándar de levantamiento" y bajo condiciones óptimas; es decir, en posición sagital (sin giros de torso ni posturas asimétricas), haciendo un levantamiento ocasional, con un buen asimiento de la carga y levantándola menos de 25 cm. En estas condiciones, el peso máximo recomendado es de 23 kg. Este valor, denominado Constante de Carga (LC) se basa en los criterios psicofísico y biomecánico, y es el que podría ser levantado sin problemas en esas condiciones por el 75% de las mujeres y el 90% de los hombres. Es decir, el peso límite recomendado (RWL) para un levantamiento ideal es de 23 kg. Otros estudio consideran que la Constante de Carga puede tomar valores mayores (por ejemplo 25 Kg.)

La ecuación de NIOSH calcula el peso límite recomendado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{RWL} = \text{LC} \cdot \text{HM} \cdot \text{VM} \cdot \text{DM} \cdot \text{AM} \cdot \text{FM} \cdot \text{CM}$$

en la que LC es la constante de carga y el resto de los términos del segundo miembro de la ecuación son factores multiplicadores que toman el valor 1 en el caso de tratarse de un levantamiento en condiciones óptimas, y valores más cercanos a 0 cuanto mayor sea la desviación de las condiciones del levantamiento respecto de las ideales. Así pues, RWL toma el valor de LC (23 kg) en caso de un levantamiento óptimo, y valores menores conforme empeora la forma de llevar a cabo el levantamiento.

4.3.4.1 Limitaciones del método

Como en la aplicación de cualquier método de evaluación ergonómica, para emplear la ecuación de NIOSH deben cumplirse una serie de condiciones en la tarea a evaluar, y que son factores que la ecuación de NIOSH no determina como tal. En caso de no cumplirse dichas condiciones, será necesario un análisis de la tarea por otros medios. Para que una tarea pueda ser evaluada convenientemente con la ecuación de NIOSH ésta debe también considerar lo que a continuación se menciona:

- Las tareas de manejo de cargas que habitualmente acompañan al levantamiento (mantener la carga, empujar, estirar, transportar, subir, caminar) no supongan un gasto significativo de energía respecto al propio levantamiento. En general no deben suponer más de un 10% de la actividad desarrollada por el trabajador. La ecuación será aplicable si estas actividades se limitan a caminar unos pasos, o un ligero mantenimiento o transporte de la carga.
- La posibilidad de caídas o incrementos bruscos de la carga.
- El ambiente térmico debe ser adecuado, con un rango de temperaturas de entre 19° y 26°C y una humedad relativa entre el 35% y el 50%.
- La carga no debe ser inestable, no se debe levantar con una sola mano, en posición sentado o arrodillado, ni en espacios reducidos.
- El coeficiente de rozamiento entre el suelo y las suelas del calzado del trabajador debe ser suficiente para impedir deslizamiento y caídas, debiendo estar entre 0.4 y 0.5.
- No evalúa si se emplean carretillas o elevadores.
- El riesgo del levantamiento y descenso de la carga es similar.
- El levantamiento no debe realizarse excesivamente rápido, no debiendo superar los 76 centímetros por segundo⁷.

Encontrando la descripción total del método en el apartado del Anexo I.

4.4 Dolor lumbar y levantamiento manual de cargas

Se considera que el dolor lumbar ha sido un padecimiento muy frecuente ya que más del 80% de los mayores de 40 años ha padecido al menos en una ocasión un episodio de dolor. Los problemas de espalda baja se presentan en todas las personas en algún momento de su vida. Son los principales motivos de consulta y son costosos en términos del tratamiento médico y de productividad perdida en el hogar y en el trabajo. En la industria explican el 50% del total de tiempo perdido en el trabajo.

Los factores de riesgo en la población trabajadora para presentar dolor lumbar son los movimientos repetitivos de inclinarse, agacharse o torcerse hacia delante; la frecuencia de carga manual en el trabajo, como en el caso de las enfermeras que mueven la paciente en la cama más de 10 veces por cambio y esto se refleja en la mayor predisposición a presentar dicho padecimiento; la vibración en todo el cuerpo siendo energía transmitida a todo el cuerpo⁸.

⁷ www.niosh.org.mx

⁸ Cole A and Herring S. Low Back Pain. Handbook. 2nd edition. Philadelphia; Hanley and Belfus, INC/Philadelphia; 2003. 584 pp.

El dolor de espalda baja se caracteriza por un dolor que se presenta en la región lumbar, glúteos o muslos proximales posteriores. El origen del cuadro es con frecuencia una alteración en el segmento móvil vertebral, especialmente el disco, pero existen causas raquídeas o extrarraquídeas menos frecuentes (Munuera, 1996)⁹.

Dentro del rubro de causas raquídeas se encuentran los procesos habitualmente localizados en L4, L5 y S1, siendo de duración limitada y solamente el 8 a 10% de los casos supera los 6 meses, constituyendo así un grupo que supone el 80% del gasto total en tratamiento y compensaciones salariales. Además del dolor discogénico se observa con cierta frecuencia un cuadro doloroso relacionado con la estrechez adquirida del canal raquídeo de origen degenerativo.

La interpretación clínica de los cuadros dolorosos de la columna requiere la distinción entre dolor local, dolor referido y dolor irradiado; con frecuencia un dolor tumoral, infeccioso o traumático produce dolor espontáneo a la palpación y a la presión en el lugar donde se asienta, es decir dolor de tipo local.

El dolor referido originado en la columna lumbar se extiende desde el glúteo hasta la cara posterior del muslo y rara vez sobrepasa la pantorrilla. Las vías neurales asociadas al dolor lumbar localizado provienen de una rama posterior que emerge inmediatamente por fuera del agujero de conjunción del que salen tres modificaciones, una ventral para musculatura, el nervio sinuvertebral de Luschka que se distribuye por el anillo fibroso y el ligamento vertebral común posterior, y finalmente un ramo dorsal para las carillas articulares y los músculos posteriores.

El dolor irradiado sigue el trayecto de la raíz espinal comprometida por el proceso patológico; el dolor se localiza con más intensidad por debajo de la rodilla en la zona del dermatomo correspondiente. La compresión simple no es suficiente para explicar las características de la radiculalgia, la compresión de las estructuras nerviosas periféricas observadas en clínica se acompañan de síntomas y signos de déficit neurológico y el dolor es moderado y tolerable. Se ha comprobado que la radiculalgia habitual requiere la asociación de compresión e inflamación.

En lo referente al dolor lumbar no discógeno, puede tener carácter referido y proceder de lesiones distantes extrarraquídeas, provenientes de procesos urológicos como nefrolitiasis, pielonefritis, absceso pararenal. Desde la cavidad pelviana los procesos inflamatorios, la endometriosis, los embarazos ectópicos, patología prostática o los procesos rectosigmoideos deben ser tomados en cuenta, así como tumores de peritoneo y carcinoma de ovario. Los aneurismas disecantes de aorta y las trombosis mesentéricas son los procesos vasculares que pueden participar en el síndrome. Algunas estructuras osteoarticulares no raquídeas puede imitar un cuadro lumbociático: a) esguinces y sobrecargas miofasciales y ligamentosas, fibrositis y síndrome del cuadrado lumbar que se manifiestan por dolor lumbar localizado; b) sacroileítis y el síndrome del músculo piramidal simulan preferentemente la ciática.

⁹ Munuera L. Introducción a la traumatología y cirugía ortopédica. España: McGraw Hill Interamericana; 1996.

El inicio de los síntomas es gradual o repentino, a veces los pacientes se levantan con lumbalgia luego de un día de actividad extenuante o los síntomas tienen relación directa con una caída o el levantamiento de algún objeto pesado, aunque no siempre el dolor suele relacionarse con los movimientos y localizarse en la región lumbar baja, en el ángulo lumbosacro, en la línea media o en la región sacroilíaca en el glúteo medio.

El dolor intenso y la incapacidad subsiguientes a un traumatismo de considerable energía evocan de inmediato el diagnóstico de fractura vertebral pero, en edades avanzadas y osteoporosis, la fuerza necesaria para producir un acúñamiento vertebral está en los intervalos de las actividades realizadas.

En todo el ciclo de daño lumbar parecen combinarse factores mecánicos de sobrecarga y fatiga, alteraciones metabólicas y bioquímicas, e incluso inmunológicas. En cualquiera de los casos el resultado es debilidad del disco por formación de fisuras en las fibras colágenas del anillo fibroso, por las que se insinúa el núcleo, el cual produce un abombamiento de las láminas periféricas aún intactas. El prolapso da lugar a una hernia contenida que protruye en la línea media (hernia central) o a uno y otro lado del ligamento vertebral común posterior en proximidad con la raíz del nervio correspondiente.

El disco intervertebral participa con las apófisis articulares y el cuerpo vertebral en las características biomecánicas de la unidad funcional raquídea o columna vertebral. El comienzo del dolor puede ser agudo, de localización inicialmente lumbar, ciática o lumbociática, y asociarse o no a un antecedente de esfuerzo o traumatismo. La actividad física agrava las lumbalgias de origen mecánico como las discopatías, espondiloartrosis, estenosis raquídea y mientras que el reposo las alivia considerablemente pero no es capaz de resolver el dolor ocasionado por una espondilolistesis o causa tumoral.

La restricción de la movilidad de la espalda común a todos los pacientes, se demuestra al inclinarse hacia delante, y además puede ocurrir escoliosis ciática en el lado opuesto a la protrusión. Es frecuente que la sedentación agrave el cuadro doloroso, ya que la presión en el disco aumenta un 42% con la sedentación del ángulo recto respecto a la bipedestación, por dicha razón los pacientes con dolor de origen discal prefieren permanecer de pie o en decúbito supino con las rodillas y caderas ligeramente flexionadas, posición en la que se abren más los agujeros de conjunción y la columna no está en hiperlordosis lumbar, por lo que disminuye la presión en la parte posterior del disco.

En general a la exploración física si se flexiona el tronco se agrava la sintomatología radicular de la hernia discal, la extensión empeora la sintomatología de la estenosis raquídea lumbar; a su vez la palpación confirma la presencia del espasmo muscular y la existencia de puntos dolorosos específicos.

Para su complementación diagnóstica se deberán tomar radiografías simples en proyección lateral y ánteroposterior de toda la columna vertebral con el paciente de pie. Se tomarán placas ánteroposterior y lateral con foco en los dos discos más bajos con el sujeto acostado para descartar causas diferentes de lesión traumática.

El tratamiento se puede establecer por la sintomatología, ya que del 80 al 90% de los casos con lumbalgia aguda o radiculopatía se resuelven con medidas conservadoras, como son reposo temporal en cama y evitar el factor agresor que ocasionó la lesión. El reposo de 3 a 7 días tiene un efecto positivo. Por otra parte el paracetamol es el tratamiento medicamentoso más seguro, los antiinflamatorios no esteroideos (AINES) pueden administrarse solos o combinados con el ya mencionado. Si la actividad laboral que realiza es pesada se prescriben de tres a cuatro meses y deberán hacerse pruebas de fuerza antes de que se les permita volver al trabajo; si la actividad es ligera entonces se les permite trabajar medio tiempo.

Tan pronto como sea posible se les recomiendan ejercicios con movilización temprana en las direcciones en las que no hay dolor. A todos se les indicará un programa de acondicionamiento aeróbico integrado a sus actividades usuales. Los ejercicios aeróbicos como la caminata a paso regular o en banda sinfin, la bicicleta estacionaria o regular y la natación se deberán complementar con ejercicios de estiramiento y de fortalecimiento muscular, principalmente abdomen y espalda.

En caso de que la radiculopatía no responda al tratamiento conservador se recurrirá al proceso quirúrgico, dependiendo de la lesión anatómica ocasionada.

4.5 Reportes de estudios internacionales

En los siguientes cuadros se puede observar que existe una gran diversidad de estudios de investigación que se han encargado de evaluar el funcionamiento del método NIOSH, así como comparar los resultados obtenidos del mismo como de otros métodos, que en su momento fueron creados para complementar las deficiencias que se observaron en dicha ecuación.

El registro de los estudios analizados se lleva a cabo a partir de clasificarlos en cinco grupos, el primero de ellos es el que se describe a continuación de medidas preventivas, en donde se evalúa que mediante la aplicación de dispositivos de manera preventiva para la actividad realizada, el resultado será en beneficio del trabajador y disminuye el riesgo de presentar dolor en espalda baja; el segundo consiste en la evaluación de otros Índices que, al igual que el Índice de Levante obtenido por la aplicación de la ecuación NIOSH, permiten visualizar el riesgo del puesto de trabajo; el tercer grupo evalúa que las modificaciones ergonómicas en el manejo manual de cargas permite reducir el grado de riesgo al que se expone el puesto de trabajo; el cuarto grupo abarca los estudios que reportan la asociación entre riesgo por la actividad de levantamiento manual de cargas y dolor lumbar; y el quinto grupo son estudios que evalúan la educación de NIOSH para determinar si se considera una herramienta eficaz y concluyente para la evaluación del levantamiento manual de cargas.

TABLA 1. Reportes de investigaciones relacionadas con dolor lumbar y manejo manual de cargas: medidas preventivas

AUTOR (ES)	TITULO DEL ARTICULO	RESUMEN	COMENTARIO
Baldasseroni, et al., 2005.	Longitudinal study for assessing the efficacy of preventive measures in a population of health workers exposed to the risk of patient lifting.	En dicho estudio se hace referencia a que la relación entre el dolor de espalda baja con las actividades de carga manual de pacientes, disminuyó considerablemente al implementar dispositivos mecánicos, como una medida de prevención para la actividad mencionada.	El estudio permite comprobar que el levantamiento manual de cargas es un factor asociado a dolor lumbar, pero que las consecuencias de dicha exposición pueden disminuir si se implementan técnicas para el mejoramiento en la carga manual de pacientes.

En la Tabla 1 se presenta un estudio longitudinal que permite valorar si las medidas preventivas aplicadas, como es en este caso el dispositivo mecánico, modifican el resultado obtenido por la valoración ergonómica en el levantamiento manual de cargas, disminuyendo así el riesgo de presentar dolor lumbar.

TABLA 2. Reportes de investigaciones relacionadas con dolor lumbar y manejo manual de cargas: otros índices evaluados en manejo manual de cargas

AUTOR (ES)	TITULO DEL ARTICULO	RESUMEN	COMENTARIO
Battevi, Menoni, Ricci y Cairolì, 2006.	MAPO index for risk assessment of patient manual handling in hospital wards: a validation study.	En ausencia de un método cuantitativo para evaluar el riesgo se desarrolló un método de valoración del riesgo denominado Movimiento y Asistencia de Pacientes Hospitalizados (MAPO). En vista de las limitantes de dicho método se realizó una confirmación del mismo encontrando que puede ser empleado como un indicador de riesgo y para realizar actividades preventivas para disminuir el riesgo musculoesquelético en estos trabajadores.	Comprobando que la actividad laboral de manejo manual de cargas, que en este caso son pacientes como lo refiere el decreto español, es un factor de riesgo importante que predispone el desarrollo de daño lumbar en los trabajadores.

Battevi, Consonni, Menoni, Ricci, Occhipinti y Colombini, 1999.	The application of a synthetic index of exposure in the manual lifting of patients: the initial validation experiences.	No se observó asociación alguna entre la exposición y el dolor agudo de espalda baja durante el año previo al estudio.	Por lo que este estudio no encuentra asociación, contrario de lo que se establece en la presente tesis.
Chen, 2003.	Can Chinese MAWL be used for designing manual handling tasks?	En dicho estudio se incluyó la variable MAWLo que es el peso máximo aceptable de levantamiento desde abajo, los resultados indicaron que el MAWLo fue significativamente más bajo que el MAWL, especialmente al llevar a cabo actividades infrecuentes, atribuido a la posición incómoda de las extremidades superiores al inicio de la actividad más abajo del nivel normal. Estos hallazgos implican que no es suficiente considerar el MAWL al diseñar un puesto de trabajo sino también el MAWLo.	Este estudio muestra otra variable que es importante para evaluar el daño lumbar y que tampoco está incluida como tal en la ecuación de NIOSH, ya que un factor análogo es la distancia vertical, debido a que maneja el valor en centímetros o en pulgadas, según sea el caso, de la distancia recorrida por el objeto de carga pero, no se especifica si el objeto se tomó desde el piso o desde una distancia especial, siendo mayor el esfuerzo físico del trabajador si toma el objeto desde el piso y lo coloca a una altura determinada.
Hidalgo, Genaidy, Karwowski, Christensen, Huston y Stambough, 1997.	A comprehensive lifting model: beyond the NIOSH lifting equation.	Se creó un modelo de levantamiento (CLM): superior a la ecuación de levantamiento de NIOSH, desarrollándose en 2 etapas en 11 puestos de trabajo, evaluando al personal y las variables ambientales. Se obtuvieron dos índices de levantamiento, uno para evaluación grupal: Relative	Este estudio permite corroborar que para el análisis de este tipo de tarea es necesario un estudio desde el punto de vista fisiológico, psicofísico y biomecánico, como el empleo de la

		Lifting Safety Index (RLSI), y el otro para la evaluación individual Personal: Lifting Safety Index (PLSI).	ecuación de NIOSH, que abarca estos rubros.
Lee y Chen, 1996.	An isoinertial predictor for maximal acceptable lifting weights of Chinese male subjects.	Los resultados indican que la fuerza de isoinercia restringida a la altura del puño (RK) fué relacionada significativamente con el peso máximo aceptable de levante (MAWL), además que los niveles de activación muscular indican que una fuerza diferente a la aplicada por espalda fué por el bíceps braquial, por lo que se concluyó que existe una correlación entre MAWL y RK y éste último es un buen predictor para el MAWL.	En el presente estudio no se realizó de esta manera la evaluación pero se puede rescatar que si la máxima fuerza es aplicada a nivel del puño y la columna vertebral en este tipo de actividades, entonces los trabajadores realizan el mayor esfuerzo y es en donde se presentan el mayor número de lesiones físicas a largo plazo.
Stambough, Genaidy y Guo, 1995.	A mathematical lifting model of the lumbar spine.	El objetivo fué desarrollar el modelo considerando las características de la actividad y factores personales. Se logró concluir que en el presente estudio se obtuvieron valores consistentemente menores que los generados en investigaciones previas.	Con este estudio se comprueba que la ecuación de NIOSH es una herramienta completa para evaluar el daño lumbar por el levantamiento de cargas manual.

De acuerdo a los reportes presentados en la Tabla 2 se puede concluir que, aunque ya se ha realizado la evaluación de otros métodos de valoración para el manejo manual de cargas, que a su vez son comparados con el método de la ecuación de NIOSH, permite observar que ninguno de ellos puede reemplazar a la ecuación de NIOSH. Esta aclaración está sustentada bajo la observación de que los otros métodos manejan algunos parámetros semejantes, pero la ecuación NIOSH proporciona información más exacta y confiable sobre el riesgo para los puestos de trabajo.

TABLA 3. Reportes de investigaciones relacionadas con dolor lumbar y manejo manual de cargas: modificaciones ergonómicas en manejo manual de cargas

AUTOR (ES)	TITULO DEL ARTICULO	RESUMEN	COMENTARIO
Chaffin y Page, 1994.	Postural effects on biomechanical and psychophysical weight-lifting limits.	Se observó que algunos factores como la trayectoria, el levantamiento dinámico y los limitantes del modelo biomecánico pueden disminuir el valor del peso máximo aceptable de levantamiento.	En el presente estudio se aplicó la ecuación de NIOSH, evaluando la trayectoria del objeto desde su origen a su destino pero sin considerar el desplazamiento del trabajador, y se observó que estos factores determinan el valor del peso límite recomendado, observando que entre mayor es el movimiento de desplazamiento vertical más disminuye el peso límite recomendado.
Chen y Yang, 2006.	Maximum acceptable weight of lift for manual lifting tasks.	Los resultados reportaron que la MAWL (peso máximo aceptable de levantamiento) fué disminuyendo gradualmente con el incremento de la altura de levante inicial, y que cuando el objeto se encontraba por arriba del hombro la MAWL disminuyó dramáticamente.	Estudio que hace referencia también a que si el objeto de carga se toma desde el piso es mayor el esfuerzo realizado por el trabajador pero, si el objeto debe ser colocado a un nivel por arriba de los hombros, entonces el riesgo también incrementa, por lo que el peso máximo aceptable debe disminuirse considerablemente.
Chen, 2006.	Optimal lifting techniques adopted by Chinese men when determining their maximum	El análisis de la postura reveló que una técnica de mayor número de descansos fué muy frecuentemente utilizada y ayudó a	Con esta información se establece que con modificaciones a la postura durante la

	acceptable weight of lift.	minimizar el gasto metabólico y, se considera que deberá tomar en cuenta el papel de la fuerza en extremidades superiores al diseñar puestos de trabajo de levantamiento en trabajadores chinos, para evitar la compresión de L5-S1, codo y hombros.	realización de la actividad disminuye el gasto metabólico, el esfuerzo físico y el daño en columna lumbar y extremidades superiores.
Jorgensen, Davis, Kirking, Lewis y Marras, 1999.	Significance of biomechanical and physiological variables during the determination of maximum acceptable weight of lift.	El objetivo fué identificar si la variable biomecánica o la fisiológica se asociaron con la decisión de cambiar el peso de levante durante la determinación del peso máximo aceptable de levantamiento (MAWL). Los resultados indicaron que las modificaciones en frecuencia cardíaca, al momento del levante sagital y el riesgo de lumbalgia se asociaron con la disminución en el peso del siguiente levante registrado.	Este estudio demuestra que entre menor sea el peso de la carga los efectos en el organismo del trabajador se reducirán considerablemente.
Kingma, Bosch, Bruins y Van Dieen, 2004.	Foot positioning instruction, initial vertical load position and lifting technique: effects on low back loading.	Un modelo dinámico bidimensional combinado con electromiografía del modelo de músculos del tronco para cuantificar la cinemática y la carga de espalda baja, mostraron que los efectos de la técnica de levante en espalda baja dependen del contexto de la actividad realizada.	Con los resultados de este estudio se puede llegar a la conclusión de que con una técnica adecuada de levantamiento se podrá disminuir el daño en la región lumbar durante la actividad de levantamiento manual de cargas.
Marras, Allread, Burr y Fathallah, 2000.	Prospective validation of a low-back disorder risk model and assessment of ergonomic interventions associated with manual materials	El resultado reportó que se observó correlación significativa entre los cambios en la actividad y la incidencia de patología durante el estudio, mostrando que la intervención ergonómica disminuyó consistentemente	Este estudio establece que la ergonomía es una herramienta básica que implica la participación del investigador y la manipulación de las variables, llevando

	handling tasks.	la incidencia de lumbalgia en las actividades laborales.	a los trabajadores a mejorar las condiciones de carga y por lo tanto a disminuir el grado de riesgo y el grado de lesión lumbar en los mismos.
Marras, et al., 1995.	Biomechanical risk factors for occupationally related low back disorders.	Se encontró que la combinación de cinco movimientos troncales como son la frecuencia de levantamiento, momento de carga, velocidad lateral, velocidades de giro y ángulo sagital, que aunado al medio ambiente, pueden ser usados para rediseñar el ambiente de trabajo y minimizar el riesgo de enfermedad de espalda baja relacionada al trabajo (Low Back Disease).	En el estudio realizado se observó que si la frecuencia es mayor el peso límite recomendado disminuye, asociado al aumento de las otras variables evaluadas, como son el desplazamiento horizontal y vertical que, al disminuir su valor permite que el peso límite recomendado sea mayor. El ángulo de asimetría tiene un papel importante, ya que si éste es de un mayor desplazamiento el valor del peso límite recomendado será menor, considerando las otras variables evaluadas.
Marras, Davis, Kirking y Bertsche, 1999.	A comprehensive analysis of low-back disorder risk and spinal loading during the transferring and repositioning of patients using different techniques.	Empleando un modelo de riesgo y un modelo de carga, cuando los trabajadores pasaban de un lado a otro al paciente, se observó que a pesar de implementar una técnica de modificación postural para llevar a cabo la carga, presentaron un riesgo significativo de daño en	Lo que permite confirmar que el trabajador que se dedica al manejo manual de cargas tiene un riesgo elevado de daño lumbar, y en este estudio se maneja otro factor, que es

		espalda baja.	la forma o la posición en cómo pasan de un lado a otro la carga.
Schibye, Hansen, Hye-Knudsen, Essendrop, Bocher y Skotte, 2003.	Biomechanical analysis of the effect of changing patient-handling technique.	El objetivo fué valorar los cambios en la carga mecánica de la espalda baja cuando se realiza la modificación de una técnica propia del trabajador a la técnica recomendada. Se concluyó que la aplicación de la técnica recomendada disminuyó significativamente el valor de compresión para todas las actividades realizadas por el grupo de trabajadores estudiados.	Estudio que permite confirmar que, aunque la ecuación de NIOSH no lo especifica, el realizar la carga manual con una técnica adecuada puede disminuir el riesgo de daño lumbar y al mismo tiempo mejorar las condiciones de carga.
Van der Beek, Mathiassen, Windhorst y Burdorf, 2005.	An evaluation of methods assessing the physical demands of manual lifting in scaffolding.	Todos los métodos coincidieron en que se necesita la intervención ergonómica para proteger a los trabajadores en andamios de riesgo de lumbalgia. Se concluyó en los tres primeros métodos que el transporte es la actividad con mayor riesgo de lumbalgia, mientras que el método observacional lo considera como la última área de riesgo, debido a su sensibilidad en la duración de la actividad.	Con este estudio se comprueba que el manejo manual de cargas es una actividad de riesgo para daño lumbar y que con una intervención que establezca cómo llevar a cabo la actividad de una manera adecuada y menos riesgosa, se disminuirá considerablemente el daño, así como que la ecuación de NIOSH es una de las herramientas indicadas en la evaluación del manejo manual de cargas.

Yeung, Genaidy, Deddens y Leung, 2003.	Worker's assessments of manual lifting tasks: cognitive strategies and validation with respect to objective indices and musculoskeletal symptoms.	Se pudo concluir que el razonamiento cognitivo de la experiencia de los trabajadores que puede usarse como un dispositivo activo para la evaluación de las actividades físicas difíciles como lo es el levantamiento, y que dichas actividades son asociadas significativamente con síntomas musculoesqueléticos, no solamente en región lumbar sino también en otras regiones del cuerpo.	Con este estudio se comprueba que el levantamiento manual de cargas es una actividad asociada con sintomatología musculoesquelética y además, se agrega que el daño no es solamente en región lumbar, sino también en otras zonas del cuerpo del trabajador.
--	---	--	--

En la serie de artículos presentados en la Tabla 3 los autores muestran que las modificaciones a las actividades de manejo manual de cargas, desde el punto de vista ergonómico, son medidas que permiten mejorar las condiciones de trabajo y a su vez evitar o disminuir el daño a nivel lumbar por la misma actividad.

TABLA 4. Reportes de investigaciones relacionadas con dolor lumbar y manejo manual de cargas: dolor lumbar

AUTOR (ES)	TITULO DEL ARTICULO	RESUMEN	COMENTARIO
Colombini, et al., 1999.	Acute lumbago due to the manual lifting of patients in wards: prevalence and incidence data.	El estudio tuvo la finalidad de medir la ocurrencia de los episodios de lumbalgia en una muestra de trabajadores de la salud asistiendo a pacientes incapacitados, revelándose que el 75.4% de la muestra tuvo una exposición elevada, 9% de los varones y 11% de las mujeres.	El estudio confirma que la lumbalgia se presenta más frecuentemente en trabajadores expuestos al manejo manual de cargas, que como lo refiere el real decreto del ministerio de trabajo y asuntos sociales e instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo, se entiende como carga cualquier objeto susceptible de ser movido, incluyendo la manipulación de personas como los

			pacientes de un hospital y la manipulación de animales de una granja o clínica veterinaria. Por lo que se considera que el riesgo al que están expuestos estos trabajadores y los de la empresa evaluada en la presente tesis, es el mismo, y se puede concluir que el estudio confirma la hipótesis señalada.
Monti, De Luca, Battaglieri y Campisi, 1999.	The assessment of exposure to the risk of the manual lifting of patients. The results of a clinical study in a geriatric institute of Milan.	Los resultados reportaron que los trabajadores presentaron al menos un episodio de dolor agudo en espalda baja en un año, siendo un riesgo elevado en comparación con el total de la población local y 7 veces más que en los no expuestos al riesgo.	Dicho estudio confirma que con la exposición al manejo manual de cargas, se tiene mayor riesgo que la población no expuesta a dicho factor para presentar dolor agudo en espalda baja y, por lo tanto, daño lumbar, confirmando la hipótesis de la presente tesis.
Waters, Putz-Anderson y Baron, 1998.	Methods for assessing the physical demands of manual lifting: a review and case study from warehousing.	El presente artículo revisó los métodos de evaluación en trabajadores de almacén, y concluye que todos los métodos ergonómicos establecen que el trabajo en almacén tiene un alto nivel de riesgo para lumbalgia.	El estudio confirma la hipótesis expuesta en la presente tesis, ya que afirma que el proceso de levantamiento manual de cargas tiene un alto nivel de riesgo para lumbalgia.

Wu, 1997.	Maximum acceptable weight of lift by Chinese experienced male manual handlers.	Se encontró que las partes del cuerpo con mayor afectación fueron la espalda y la muñeca, ocasionado por la altura de la mesa (760mm) y la corta estatura de los individuos chinos en comparación con los occidentales.	Como se puede observar para el análisis de este tipo de actividades, manejo manual de materiales, se reportó que la mayor afectación fué encontrada en la espalda y la muñeca, lo que confirma la hipótesis realizada en la presente tesis.
-----------	--	---	---

La Tabla 4 permite observar que se han realizado estudios con la finalidad de determinar si la exposición a la carga manual de materiales se relaciona con el daño a la columna lumbar o, en su caso, si el riesgo de daño es mucho mayor al que pueden presentar las personas que no están expuestas a actividades como carga manual de pacientes o de materiales.

TABLA 5. Reportes de investigaciones relacionadas con dolor lumbar y manejo manual de cargas: evaluación de la ecuación de NIOSH

AUTOR (ES)	TITULO DEL ARTICULO	RESUMEN	COMENTARIO
Dempsey, Burdorf, Fathallah, Sorock y Hashemi, 1991.	Influence of measurement accuracy on the application of the 1991 NIOSH equation.	Se midieron cinco actividades individuales, dos eran sencillas y tres eran parte de una operación múltiple, en donde la sensibilidad del análisis mostró que la frecuencia y la localización horizontal son los parámetros más importantes y son los que tienden a presentar el mayor número de errores en la medición.	Lo que nos dice que si cualquier persona que realice correctamente las mediciones puede llevar a cabo la ecuación de NIOSH, quiere decir que es una herramienta accesible para su realización.
Dempsey, 2002.	Usability of the revised NIOSH lifting equation.	Reportó que en muchas situaciones con personas entrenadas y la aplicación de la ecuación, los resultados cualitativos de las sesiones de entrenamiento indicaban que la frecuencia, asimetría y duración fueron los parámetros que requirieron de un mayor período de	Llevó a cabo la aplicación de ecuación de NIOSH, lo que confirma que es una herramienta útil para la evaluación del manejo manual de cargas.

		instrucciones, y que el 35% de la población evaluada tuvo al menos un parámetro fuera de rangos aceptables.	
Elfeituri y Taboun, 2002.	An evaluation of the NIOSH Lifting Equation: a psychophysical and biomechanical investigation.	Se investigó el peso límite recomendado, el índice de levantamiento, la forma del multiplicador asimétrico y el criterio de la fuerza de compresión; obteniendo que el promedio del total de las fuerzas de compresión reportadas excedían los 3400N sugeridos por los lineamientos de NIOSH, corroborando los descubrimientos de las investigaciones previas sobre la validación de los lineamientos de NIOSH.	Comprobando la autenticidad y confiabilidad de la ecuación de NIOSH.
Hidalgo, Genaidy, Karwowski, Christensen, Huston y Stambough, 1995.	A cross-validation of the NIOSH limits for manual lifting.	Emplea los criterios psicofísicos, biomecánicos y psicológicos usados en el establecimiento de los límites para el levantamiento manual, información cruzada con los reportes previos de diversos investigadores. Obteniendo resultados que no concuerdan con el modelo NIOSH 1991.	A pesar de que en este estudio se reporta que los resultados no concuerdan con el modelo propuesto por la ecuación de NIOSH, se puede establecer que también emplearon en su evaluación los criterios psicofísicos, biomecánicos y psicológicos usados en el levantamiento manual de cargas, criterios considerados en la ecuación de NIOSH, lo cual confirma que dicha ecuación es de utilidad para la realización del análisis en la presente tesis.

Marras, Fine, Ferguson y Waters, 1999.	The effectiveness of commonly used lifting assessment methods to identify industrial jobs associated with elevated risk of low-back disorders.	Evaluando las múltiples herramientas que se han desarrollado para identificar los puestos asociados al riesgo alto de lumbalgia, se concluyó que la Guía NIOSH de 1981 mostró un 91% de especificidad y la revisión de la ecuación de carga de NIOSH de 1991 tuvo mejor sensibilidad en los puestos de alto riesgo.	Confirmando que es la mejor herramienta para la evaluación del daño lumbar en trabajadores que llevan a cabo el manejo manual de cargas.
Sesek, Gilkey, Drinkaus, Bloswick y Herron, 2003.	Evaluation and quantification of manual materials handling risk factors.	En el estudio se investigó si la Revisión de la Ecuación de NIOSH (RNLE) tiene la capacidad de medir el riesgo de daño lumbar mediante la verificación de los resultados de salud de cada trabajador. Modificando el RNLE para permitir el análisis de carga asimétrica de una mano o ambas manos, se puede concluir que dicha modificación muestra una promesa para incrementar la utilidad de dicha herramienta.	Dicho estudio maneja la variable que no se considera dentro de la ecuación de NIOSH, si el proceso se lleva a cabo con una mano únicamente o con las dos, factor que debe considerarse para evaluar el peso límite recomendado.
Steinbrecher, 1994.	The revised NIOSH lifting guidelines. Application in a hospital setting.	Se utilizaron métodos de valoración de las herramientas en el análisis ergonómico, cuantificando el riesgo musculoesquelético, concluyendo que las modificaciones llevan a disminuir los riesgos asociados a levantamiento.	Otro estudio que permite confirmar la viabilidad y veracidad del método en su aplicación para evaluaciones de riesgo musculoesquelético.
Wang, Garg, Chang, Shih, Yeh y Lee, 1998.	The relationship between low back discomfort ratings and the NIOSH lifting index.	Se encontró que de los 97 trabajadores, 42 de ellos tuvieron un peso límite recomendado de 0, lo cual se atribuyó a la distancia horizontal y la frecuencia máxima permitida, los puestos restantes presentaron una correlación positiva significativa	Con este estudio se comprueba la hipótesis establecida ya que se confirma que estos trabajadores están expuestos al daño en espalda y en relación con el peso límite

		obtenida entre el índice de carga y la severidad de daño en espalda baja, sugiriendo que el índice es seguro en la valoración del riesgo potencial de daño en espalda baja.	recomendado es el grado del daño presentado. Confirmando a la vez que el índice de carga de la ecuación de NIOSH es apropiado para la evaluación de la severidad del daño en espalda baja.
Waters, Putz-Anderson, Garg y Fine, 1993.	Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks.	Reportó el análisis de la diferencia entre los criterios de recomendación para definir la capacidad de levantamiento, establecidos por NIOSH en 1985, y que posteriormente realizó la revisión de la ecuación en 1991, proporcionando nuevos descubrimientos y provee métodos para la evaluación de actividades de levantamiento asimétrico, levantamiento de objetos con un acoplamiento menor al óptimo. Además proporcionaron las bases para los tres criterios de selección: biomecánico, fisiológico y psicofísico.	Lo cual permite establecer que es un método validado y que permite obtener resultados confiables.
Waters, Baron y Kemmlert, 1998.	Accuracy of measurements for the revised NIOSH lifting equation.	Los resultados mostraron una variación pequeña entre cada observador; concluyendo que cualquier persona puede llevar a cabo la medición de las variables con suficiente precisión empleando la ecuación NIOSH.	Lo cual confirma que el empleo de la ecuación de NIOSH es la mejor opción para la evaluación del peso límite recomendado en levantamiento manual de cargas.
Waters, et al., 1999.	Evaluation of the revised NIOSH lifting equation. A cross-sectional epidemiologic study.	Se encontró que el índice de levantamiento es un indicador útil para determinar el riesgo causado por la carga manual para presentar lumbalgia.	Resultado que confirma la hipótesis expuesta en la tesis, haciendo referencia a que los trabajadores que llevan a cabo el

			manejo manual de cargas están más expuestos que la población en general a daño lumbar.
--	--	--	--

Como se puede observar en las tablas anteriores además del método NIOSH se han utilizado otros métodos para evaluar este tipo de riesgos. Por ejemplo, se llevó a cabo una evaluación de otros índices, para comprobar la autenticidad y credibilidad de la ecuación de NIOSH, por lo que se creó un método de valoración del riesgo denominado Movimiento y Asistencia de Pacientes Hospitalizados (MAPO), el cual fué empleado como indicador de riesgo y para realizar actividades preventivas y disminuir el riesgo musculoesquelético en los trabajadores (Battevi, 2006)¹⁰. Otro estudio crea la variable MAWLo que es el peso máximo aceptable de levantamiento desde abajo, los resultados indicaron que el MAWLo fué significativamente más bajo que el MAWL, atribuido a la posición incómoda de las extremidades superiores (Chen, 2003)¹¹, lo que se relaciona con postura y distancias, variables evaluadas por la ecuación de NIOSH.

Por su parte Hidalgo en 1997 creó un modelo de levantamiento superior al NIOSH, en donde se lograron obtener dos índices, a diferencia de la ecuación de NIOSH, uno para evaluación individual y otro para evaluación grupal, situación que no pone en desventaja a NIOSH, ya que existe una tabla en donde se registran los datos de varias funciones que realice el mismo trabajador y de esa forma se obtiene un índice para el mismo¹².

Un estudio interesante en el 2006 por Chen y Yang, reporta que el peso máximo recomendado disminuyó gradualmente conforme la altura del levante inicial disminuía a su vez, y confirmó que cuando el objeto se encontraba por arriba del hombro del trabajador, el peso máximo recomendado disminuye dramáticamente, situación que comprueba que si mediante la ecuación de NIOSH obtenemos un valor de peso máximo recomendado, al modificar alguna de las variables en relación a las condiciones ergonómicas de la actividad, podremos disminuir el riesgo de daño a la salud¹³.

¹⁰ Battevi N, Menoni O, Ricci MG, Cairoli S. MAPO index for risk assessment of patient manual handling in hospital wards: a validation study. *Ergonomics*. (Italia) 2006 Jun 10; 49(7):671-87.

¹¹ Chen YL. Can Chinese MAWL be used for designing manual handling tasks? *AIHA J* (Fairfax, Va). (Taiwan) 2003 Jan-Feb; 64(1):117-20.

¹² Hidalgo J, Genaidy A, Karwowski W, Christensen D, Huston R, Stambough J. A comprehensive lifting model: beyond the NIOSH lifting equation. *Ergonomics*. (USA) 1997 Sep; 40(9):916-27.

¹³ Chen J, Yang L. Maximum acceptable weight of lift for manual lifting tasks. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. (China) 2006 Apr; 24(4):194-7.

El estudio de Jorgensen realizado en el año de 1999 mostró que si se aplicaban modificaciones en el peso del levante se modificaba la respuesta fisiológica del organismo del trabajador y con ello el riesgo de lumbalgia, lo que comprueba que este tipo de actividad representa un factor de riesgo importante para la presencia de dolor lumbar¹⁴.

Marras realizó dos estudios, uno en el año 1995¹⁵ y otro en el año 2000¹⁶, en donde estableció que si se realizan modificaciones de tipo ergonómico a las actividades de los trabajadores entonces se disminuirá el riesgo de daño en espalda baja, lo que comprueba que las actividades de carga manual de materiales están en mayor riesgo de presentar daño en espalda baja.

Otro estudio realizado por Colombini en 1999¹⁷ mide la ocurrencia de los episodios de lumbalgia en una muestra de trabajadores de la salud, revelándose que el 75.4% de la muestra tuvo una exposición elevada; por su parte Monti¹⁸ en el mismo año detecta que los trabajadores de su análisis presentaron al menos un episodio de dolor agudo en espalda baja en un año, siendo un riesgo elevado en comparación con el total de la población local y 7 veces más que en los no expuestos al riesgo; y Wu en 1997¹⁹ determina que una parte del cuerpo con mayor afectación fue la muñeca además de la espalda, lo que permite comprobar que el daño a nivel lumbar es latente en estos trabajadores.

Se puede concluir que ya se ha comprobado mediante estudios de investigación que la ecuación de NIOSH aplicada en cualquier tipo de población es un método validado, y que cualquier persona puede llevar a cabo las mediciones y la aplicación de la ecuación obteniendo resultados confiables y predictores del riesgo para presentar daño lumbar. Sin embargo, como lo mencionan Sesek y sus colaboradores (2003), la ecuación de NIOSH tiene algunas deficiencias, como es que no considera si el trabajador emplea una o ambas manos para llevar a cabo la carga manual de materiales, no se evalúa si el trabajador realiza la actividad a un metro de distancia del área donde toma la carga, o si la carga es manipulada por una distancia prolongada, entre otros puntos ya mencionados previamente.

¹⁴ Jorgensen MJ, Davis KG, Kirking BC, Lewis KE, Marras WS. Significance of biomechanical and physiological variables during the determination of maximum acceptable weight of lift. *Ergonomics*. (USA) 1999 Sep; 42(9):1216-32.

¹⁵ Marras WS, Lavender SA, Leurgans SE, Fathallah FA, Ferguson SA, Allread WG, Rajulu SL. Biomechanical risk factors for occupationally related low back disorders. *Ergonomics*. (USA) 1995 Feb; 38(2):377-410.

¹⁶ Marras WS, Allread WG, Burr DL, Fathallah FA. Prospective validation of a low-back disorder risk model and assessment of ergonomic interventions associated with manual materials handling tasks. *Ergonomics*. (USA) 2000 Nov; 43(11):1866-86.

¹⁷ Colombini D, Cianci E, Panciera D, Martinelli M, Venturi E, Giammartini P, Ricci MG, Menoni O, Battevi N. Acute lumbago due to the manual lifting of patients in wards: prevalence and incidence data. *Med Lav*. (Italia) 1999 Mar-Apr; 90(2):229-43.

¹⁸ Monti M, De Luca P, Battaglieri M, Campisi A. The assessment of exposure to the risk of the manual lifting of patients. The results of a clinical study in a geriatric institute of Milan. *Med Lav*. (Italia) 1999 Mar-Apr; 90(2):308-16.

¹⁹ Wu SP. Maximum acceptable weight of lift by Chinese experienced male manual handlers. *Appl Ergon*. (China) 1997 Aug; 28(4):237-44.

4.6 Estudios en población mexicana

En México se han realizado tesis sobre ergonomía en los últimos dos años, en donde se analiza la postura correcta de trabajo así como la fisiopatología del organismo en relación al daño musculoesquelético secundario a una falta de intervención ergonómica²⁰.

En otra de las investigaciones en México se encontraron las características de la actividad laboral que incrementan el riesgo de daños a la salud y se realizaron propuestas para modificarlas, tales como corrección de las posturas, modificación de las distancias entre el trabajador y el objeto cargado, así como modificaciones de ingeniería para obtener la optimización de funciones. En este estudio se evalúan las características antropométricas del trabajador, tanto en estado de sentado como en estado de pie, con la finalidad de determinar las zonas de trabajo adecuadas a las condiciones del trabajador para mayor accesibilidad, confort del trabajador y productividad en la empresa²¹.

²⁰ Origel López de Cárdenas E. Estudio ergonómico de posturas y manejo manual de cargas de un puesto de trabajo en una empresa embotelladora de refrescos en la ciudad de México. [Tesis Especialización]. México: Facultad de Medicina Estudios de Posgrado e Investigación, UNAM, IMSS; 2004.

²¹ Ortiz Ramírez F. La Ergonomía y su aplicación a la productividad en la industria mexicana. [Tesis Licenciatura]. México: Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón, UNAM; 2003.

5. OBJETIVO GENERAL

Conocer si el grado de riesgo obtenido mediante la aplicación de la ecuación de NIOSH en el levantamiento manual de cargas del puesto de estibador y surtidor, se asocia con la presencia de dolor lumbar en los trabajadores.

6. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Aplicar la ecuación de NIOSH a un grupo de trabajadores expuestos a manejo manual de cargas.
2. Determinar el grado de riesgo de dolor en espalda baja en el levantamiento manual de cargas.
3. Conocer los efectos por el manejo manual de cargas en la columna lumbar de los trabajadores a partir de un cuestionario que evaluará si hay dolor o molestia en espalda, si ha tenido que recurrir a atención o tomar medicamento por lo ya mencionado.
4. Relacionar el grado de riesgo al que están expuestos los trabajadores y si éstos los ha llevado a presentar dolor lumbar.

7. HIPOTESIS

Existe una relación entre el Índice de Levante calculado con la ecuación de NIOSH y la frecuencia de trabajadores que refieren presentar dolor en la espalda baja.

8. JUSTIFICACION

Con el presente estudio se busca el cumplimiento de la normatividad en el manejo manual de cargas, como se menciona en la NOM-006-STPS-2000, relativa al manejo y almacenamiento de materiales, condiciones y procedimientos de seguridad; la cual tiene por objetivo establecer las condiciones y procedimientos de seguridad para evitar riesgos de trabajo, ocasionados por el manejo de materiales en forma manual y mediante el uso de maquinaria. Dicha Norma Oficial Mexicana refiere en el apartado 5.2 en lo referente a las obligaciones del patrón, que este último deberá informar a los trabajadores de los riesgos potenciales a que se enfrentan por el manejo de materiales, siendo que dicha información debe contener como elementos los factores y condiciones peligrosas del centro de trabajo que puedan afectar su salud o integridad física, y considerar en la carga manual de materiales, al menos peso, forma y dimensiones. En el apartado número 8 específico de carga manual de materiales, se aclara que el patrón debe proporcionar a los trabajadores el equipo de protección personal necesario para realizar actividades de levantamiento y transporte de carga, con el fin de no lesionar por sobreesfuerzo muscular o postural; que ante la presencia de síntomas de lesión o enfermedad en el trabajador expuesto, se deben realizar los exámenes médicos especiales que establezcan las normas oficiales mexicanas emitidas para tal efecto; la carga manual máxima que levanten los trabajadores sea de 50kg, para los menores de 35kg y para las mujeres sea de 20kg, esta actividad no la deben de realizar las mujeres en estado de gestación y durante las 10 primeras semanas posteriores al parto; la carga manual de materiales cuyo peso o longitud sea superior a lo establecido en la presente

norma, se realice integrando grupos de carga manual, de tal manera que haya coordinación entre los miembros del grupo¹.

Cabe mencionar que en la empresa manufacturera no existe información al respecto, o que permita evidenciar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana mencionada previamente, siendo ésto una de las razones por las que se realiza el estudio, además de que si la empresa tiene puestos de trabajo con riesgo para presentar dolor a nivel lumbar, puede llevar a lesiones en los trabajadores.

La incidencia anual de lumbalgia en la población general es de 5%, el 25% de los trabajadores con lumbalgia necesitarán tratamiento médico, el 50% de los episodios se resolverán en 4 semanas, el 90% en 3 meses; después de un primer cuadro el 20.9% está libre de dolor en un año pero, el 7.9% presentará un cuadro severo en un año. En el año de 1991 en Estados Unidos de América se estimó que los costos directos e indirectos de lumbalgia eran de \$50 billones de dólares a \$100 billones de dólares por año. Se cuenta con el dato de que del año 1988 a 1996 el costo promedio por demanda disminuyó a 41.4%, en 1995 los costos estimados de este mismo padecimiento fueron \$8.8 billones de dólares, en 1998 se encontró que el 20% de los demandantes estuvieron incapacitados por 4 meses y se acumuló un 60% de los gastos de cuidados de la salud².

En Estados Unidos de América el costo total en pérdidas de productividad por lumbalgia es enorme. El dolor de espalda es la segunda causa de ausentismo en los trabajadores, las enfermedades de columna causan 100 millones de días perdidos anualmente para la economía americana. Estudios sobre el tema de la patología de columna lumbar indican que, después de 52 semanas de incapacidad y ausentismo, sólo el 25% de los trabajadores afectados retorna a sus tareas. Se estima que en aproximadamente el 90% de los casos se puede retornar al trabajo sin necesidad de cirugía, sólo el 2 a 3 % de la población con lumbalgia presenta una hernia de disco y sólo el 1% padece un compromiso de la raíz nerviosa con la sintomatología específica. En Argentina, por ejemplo, la incidencia en un año fué de 3,500 casos por patología de columna, representando 10% de la siniestralidad total. El costo promedio entre días de incapacidad laboral temporal y prestaciones médicas por lumbalgia se puede estimar entre \$700 y \$1000 dólares por cada caso. La evaluación de las incapacidades de la columna vertebral, especialmente en el fuero laboral, ha representado hasta la fecha un serio problema médico-legal para aquellos que deben pagar una indemnización y también para quienes la reciben³.

La necesidad de prevención responde al interés de los costos que se generan en la salud, días perdidos e indemnizaciones. Se estima en Argentina una media de 1,400 días perdidos por cada 1,000 trabajadores anualmente, es decir, 1.4 días por trabajador. Razón por la cual el National Institute for Occupational Safety and Health tuvo como objetivo nacional para el año 2000 incrementar el 50% de los lugares de trabajo donde se ofrecían programas de prevención y rehabilitación por patología lumbar⁴.

¹ Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2000, Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones y procedimientos de seguridad.

² Cole A and Herring S. Low Back Pain. Handbook. 2nd edition. Philadelphia; Hanley and Belfus, INC/Philadelphia; 2003. 584 pp.

³ Maciá G. Patología de la columna vertebral. Aspectos laborales y médico legales. Argentina: Universidad; 2000. 178pp.

⁴ Ibidem.

Durante los últimos años el registro de riesgos de trabajo en México (accidentes y enfermedades) ha mostrado una constante. A mediados de los años ochentas de cada 100 trabajadores afiliados, 10 acudían anualmente al IMSS por algún daño a la salud relacionado con el trabajo. Al cambio de siglo este número se redujo considerablemente a menos de cuatro trabajadores de cada 100. La causa de este franco descenso en la siniestralidad está todavía por determinarse, siendo datos estadísticos del año 1985 al 2002⁵.

TASA POR 100	7.9	9.1	8.6	7.8	7.4	6.8	6.6	6.4	6	5.8	5	4.3	3.9	3.6	3.6	3.7	3.4	3.2
AÑO	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002

Y en el grupo de los riesgos de trabajo, se menciona la lumbalgia, padecimiento que se encuentra dentro de los diez primeros diagnósticos originados en accidentes de trabajo a nivel nacional, esta patología es la causa más común de incapacidad física en menores de 45 años y la segunda causa en mayores de esa edad. El artículo de revisión de las lumbalgias en el IMSS⁶ señala que se registraron un total de 501,293 casos de accidentes de trabajo en personal afiliado al Seguro Social durante 1997. De ellos, el accidente que ocurrió en áreas propiamente de trabajo representó 341,551 casos y durante el trayecto fue de 78,871. Del total inicial, 33,785 (8%) sufrió esguince lumbar. Se encontró que la incapacidad temporal por esta causa, tiende a ser 50% mayor en trabajadores de la industria química, en relación con el resto de los trabajadores afiliados y de éstos, los que realizan actividades de ayudante general y estibador ocupan el 51.7%. Es conveniente identificar las causas que generan la lesión, el mayor tiempo de evolución para su curación o mejoría, que estará justificado por su alta incidencia, su impacto importante en la salud de la población trabajadora, la productividad de las empresas y el equilibrio financiero de las instituciones de seguridad social⁷.

Es un estudio que quedará como antecedente en la aplicación de la ecuación de NIOSH, para quienes decidan aplicar la ecuación en una población de trabajadores que realicen el levantamiento manual de cargas, y que desconozcan el riesgo al que está expuesto el trabajador en ese puesto de trabajo.

En lo personal su importancia radica en que partiendo de la evaluación del grado de riesgo, me permitirá evaluar las características del puesto y dar algunas propuestas para mejorar los puestos de trabajo y a su vez las condiciones de los trabajadores, a la empresa le permitirá cumplir la normatividad y evaluar el grado de riesgo al están expuestos los trabajadores, y al Facultad de Estudios Superiores Zaragoza le permitirá tener las puertas abiertas a grandes empresas que necesitan médicos especialistas en salud en el trabajo para desarrollar sus potenciales en base a lo aprendido en la escuela y ponerlo en práctica.

⁵ Instituto Mexicano del Seguro Social. Salud en el Trabajo. IMSS (México, D.F.) 2003 Agosto; 34 (6): 1-3.

⁶ Instituto Mexicano del Seguro Social. Esguince Lumbar por Accidente de Trabajo en la Industria Química y Trabajadores en General Afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social 1995-1997. Informe Epidemiológico. Revista Mexicana de Ortopedia y Traumatología. IMSS (México, D.F.) 2000 Enero – Febrero; 14 (1).

⁷ Instituto Mexicano del Seguro Social. Salud en el Trabajo. IMSS (México, D.F.) 2001 Abril; 20 (4): 1-2.

9. METODOLOGIA

9.1 Tipo de estudio

Es un estudio de tipo *analítico* porque se observa el desarrollo de la actividad y se realizan las mediciones necesarias para la aplicación de la ecuación de NIOSH pero, no se realizan modificaciones de las variables presentes en el estudio, las cuales se enuncian a continuación: por un lado está el riesgo ergonómico evaluado por la ecuación de NIOSH, el peso límite recomendado y el índice de levante, representando la variable independiente; por otro lado está la presencia de dolor en espalda baja, lo que se evalúa si hay o no dolor en espalda baja referido por los trabajadores, siendo éste la variable dependiente. Además, es de tipo *descriptivo* porque tiene la finalidad de describir lo observado, registrarlo, analizarlo e interpretar la información recabada, ya que se correlaciona más de una variable, así como llegar a conclusiones de interés para mejorar las condiciones de trabajo de los puestos evaluados y de tipo *transversal* porque la medición y el análisis de los resultados se llevó a cabo en sólo una vez.

9.2 Población

Después de realizar el recorrido inicial para la selección de los puestos de trabajo, dirigidos a quienes realizan la actividad de carga manual de materiales, se identificaron 17 líneas de producción con 23 trabajadores en puestos de riesgo, ya que 11 de ellos realizan las dos actividades de estibar y surtir producto, mientras que el resto únicamente realizan una de las dos actividades, siendo la población total que en ese momento representa los puestos de trabajo que llevan a cabo las actividades ya mencionadas, cabe aclarar que sólo hay una mujer y el resto son hombres.

9.2.1 Criterios de inclusión

- Se consideró a la totalidad de los trabajadores de los puestos de riesgo, la estiba de producto terminado y el surtido del producto correspondiente en cada línea de producción, para el análisis de levantamiento manual de cargas;
- A quienes estuvieran laborando activamente durante el período de evaluación en la empresa;
- De 1 día hasta 5 años de antigüedad tanto en el puesto de trabajo como en la empresa;
- Del género masculino y femenino;
- De 18 a 45 años de edad;
- De cualquier nivel sociocultural y económico;
- Que sean empleados de la empresa manufacturera o sean contratistas;
- Que usen o no el Equipo de Protección Personal;
- Si han padecido o no desde su ingreso a la planta de dolor lumbar;
- Que no haya tenido cuadros de dolor lumbar antes de entrar a laborar en la empresa manufacturera;
- Independientemente de si padecen o no alguna enfermedad crónico-degenerativa.

9.2.2 Criterios de exclusión

- Que el trabajador hubiera tenido con anterioridad cuadros clínicos de dolor o alguna patología lumbar documentada en el área de servicio médico o referida por el trabajador, de causa diferente a la actividad laboral que realiza al momento.
- Que el trabajador tenga el antecedente de haber presentado incapacidad temporal o incapacidad permanente parcial debida a dolor lumbar, ya sea antes de su ingreso a la empresa manufacturera o en actividades laborales previas.

9.3 Variables

TABLA 6. Variables presentes en el estudio		
	VARIABLES	OPERACIONALIZACION INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	-Riesgo ergonómico	- Ecuación de NIOSH - Peso Límite Recomendado - Índice de Levante
VARIABLE DEPENDIENTE	- Dolor Espalda baja	- Sí refiere dolor - No refiere dolor
No se llevó a cabo análisis de variables confusoras debido a que no se realizó un estudio por edades, porque todos los trabajadores son adultos jóvenes; por sexo debido a que solamente hay una mujer en el grupo de trabajadores y tampoco por antigüedad, ya que sólo hay un trabajador con más de un año de antigüedad y los demás se encuentran dentro del mismo período de tiempo de contratación, que corresponde a un promedio de 6 meses.		

9.4 Instrumentos empleados y materiales

Los cuestionarios y las hojas de campo son documentos proporcionados por la propia empresa, siendo una herramienta para el registro y administración de la información complementaria a los datos obtenidos de las mediciones realizadas a cada puesto de trabajo.

9.4.1 Cuestionario del operador (Anexo III)

Está conformado por cuatro segmentos que se describen a continuación:

- El primer segmento es la “ficha de identificación”, que incluye los datos del operador como el nombre, departamento o puesto en el que se desempeña y fecha de realización del cuestionario;

- El segundo es el denominado “cuestionario de molestias”, en donde se solicita especificar la antigüedad en el puesto de trabajo, mencionar si en ese puesto ha presentado dolor o molestia musculoesquelética, si debido a eso ha tenido que acudir a evaluación médica y si ha recibido tratamiento con medicamentos para ello;
- El tercer segmento es nombrado “datos del operador”, en donde se solicita que el operador explique qué características de su trabajo son las que menos le gustan, qué cambios ha observado que se han realizado para mejorarlas y que proporcione su opinión acerca de cómo podría mejorar dichas condiciones;
- El cuarto segmento es un cuadro titulado “área del cuerpo a riesgo”, en donde se deberá marcar, por parte del entrevistador, la zona anatómica que, en ese puesto de trabajo, está en riesgo de daño.

9.4.2 Cuestionario de vigilancia de la salud (Anexo IV)

Es un cuestionario del cual únicamente se toma en cuenta, para fines del presente estudio, si el trabajador refiere presentar dolor en espalda baja o no. Consta de tres partes que se describen a continuación:

- La primer parte a su vez consta de cuatro segmentos:
 - En el primero se solicita el nombre del trabajador entrevistado y la fecha en que se llevó a cabo la entrevista,
 - En el segundo segmento se proporciona una lista de síntomas como son dolor, hinchazón, picazón, entumecimiento, calambres y otros, que deben marcarse dependiendo de si existe la sintomatología o no en el trabajador al momento de la entrevista.
 - El tercer segmento consta de una escala numérica que va del 0 al 10, en donde el 0 representa la ausencia de incomodidad y el 10 la peor incomodidad imaginable, por lo que el trabajador deberá mencionar el grado de molestia al momento de la entrevista.
 - El cuarto segmento está representado por un cuadro en donde se establece, en la primera columna, el área anatómica evaluada, y en la segunda columna la especificación del grado de malestar que en dicha zona se presenta, así como un esquema del cuerpo humano en posición anatómica de frente, para ubicación de las áreas mencionadas.
- La segunda parte muestra una escala numérica del 0 al 10 así como el cuadro del área anatómica de incomodidad y el esquema del cuerpo humano en posición anatómica de la parte posterior para ubicación de las zonas afectadas al momento de la entrevista.

- La tercer parte consta de cuatro segmentos:
 - El primer segmento solicita el nombre del trabajador entrevistado y la fecha de la entrevista,
 - El segundo segmento solicita que, en caso de que las manos le hayan ocasionado molestia, especifique si es la mano derecha, izquierda o ambas,
 - El tercer segmento solicita que se marque con la letra inicial de cada palabra si la sintomatología que presenta es dolor, hinchazón, picazón, entumecimiento o rigidez.
 - El cuarto segmento es un esquema de ambas manos, tanto en la vista palmar como en la vista dorsal, en donde se deberá indicar específicamente la zona afectada.

9.4.3 Hojas de campo (Anexo II Forma de colección de datos)

Las hojas de campo para el registro de las características del puesto y las mediciones obtenidas para la aplicación de la ecuación de NIOSH, fueron proporcionadas por la empresa manufacturera, siendo tituladas Formato de Colección de datos del NIOSH.

9.5 Procedimiento

9.5.1 Selección de las áreas de estudio

Se llevó a cabo la identificación de las áreas de trabajo en cada una de las líneas de producción, encontrando los puestos de estibador de producto terminado y surtidor de producto a la banda transportadora; se identificaron 17 líneas de producción con 34 puestos de trabajo.

Se realizó el estudio durante la jornada laboral del turno matutino con una duración de 8 horas, ya que en la planta se trabaja en tres turnos de 8 horas cada uno, el primero de las 6 horas a las 14 horas, el segundo de las 14 horas a las 22 horas y el tercer turno de las 22 horas a las 6 horas del siguiente día.

9.5.2 Análisis del puesto

Posterior a la identificación del puesto de trabajo, se procedió a la distribución del tiempo para realizar las mediciones de todas las líneas de producción. Se dió inicio a las mediciones en cada puesto de trabajo, considerando que la recopilación de datos sería de acuerdo a lo requerido para la aplicación de la ecuación de NIOSH.

Previamente se solicitó el permiso de las autoridades para la realización del estudio, después se buscó obtener la autorización verbal del supervisor de línea y del propio trabajador, al obtenerlas se fué recorriendo cada línea de producción en el área de estiba de producto terminado y en donde se surte producto en la banda de producción; se tomaron las mediciones de distancia horizontal inicial y final, distancia vertical inicial y final y ángulo de asimetría, así como se interrogó a los supervisores de cada línea de

producción y al mismo trabajador para conocer la frecuencia con la que se realizaba la actividad y de ahí obtener el factor de frecuencia; se realizó la observación y al mismo tiempo, comparación con la tabla respectiva sobre las características del acoplamiento al cargar el trabajador el material; y se aplicó el cuestionario del empleado y el cuestionario de vigilancia de la salud propios de la empresa manufacturera.

El peso límite recomendado en la ecuación de NIOSH se obtiene de la siguiente forma:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

Donde RWL (Recommended Weight Limit) es el peso límite recomendado; LC es el valor límite recomendado de 23 kg y el resto son factores correctores geométricos, temporales y de agarre.

Cabe mencionar que todos los datos recabados descritos en el anexo VII, fueron recolectados en base a la información requerida en la ecuación de NIOSH.

La identificación de los puestos de trabajo de estibador y surtidor de producto se realizó durante un día, el proceso de recopilación de la información para la aplicación de la ecuación de NIOSH se llevó a cabo durante tres días, toda la información recabada se organizó en la copias del formato específico proporcionado por la empresa manufacturera y, posteriormente, el cálculo se realizó de forma manual durante dos días.

Durante el período en el que se tomaron las mediciones, también se aplicó el cuestionario del empleado y el de vigilancia de la salud a los trabajadores del puesto de estiba de producto terminado y surtidor de producto en la banda transportadora, con la finalidad de determinar si durante el tiempo que han trabajado en la empresa han presentado dolor o malestar en alguna parte del cuerpo, específicamente columna lumbar, y a su vez establecer qué tipo de molestia han presentado, si han tenido que recurrir a consulta médica para valoración debido a dicho malestar y si han tomado algún tipo de medicamento para calmar o quitar el dolor ya mencionado.

La aplicación de la ecuación de NIOSH permitió obtener el peso límite recomendado para el trabajador y la actividad realizada, así como el índice de levante, y éste último se calcula dividiendo el peso que realmente carga el trabajador en el área de trabajo evaluada entre el peso límite recomendado obtenido en la ecuación de NIOSH. Por otra parte, el análisis de los cuestionarios aplicados reporta el número de trabajadores que tuvieron que acudir a servicio médico o tomar un medicamento para calmar o quitar el malestar ocasionado en columna lumbar secundario a la actividad laboral realizada.

9.6 Análisis de la información

La información obtenida fué procesada de tal manera que se llevara a cabo su evaluación al momento de registrarla y posteriormente al realizar el cálculo de la ecuación de NIOSH. Los resultados se fueron colocando en el formato de colección de datos de NIOSH, en donde se observó que existe una gran variación en los pesos de los objetos manipulados, así como en las distancias al tomar el producto y surtirlo en la línea de producción o al estibarlos en las tarimas específicas de cada una de las líneas de

producción, obteniendo con el cálculo el índice de levante que nos permitió posteriormente evaluar los resultados.

La información obtenida de los cuestionarios, tanto de vigilancia de la salud como del operador, se registró de tal manera que permitiera documentar si algunos de los trabajadores reportó alguna molestia, específicamente dolor lumbar o sintomatología musculoesquelética, si acudieron al médicos para evaluación o si han tomado algún medicamento a causa de la molestia presente por la actividad realizada. Además los trabajadores expresaron cuantitativamente el dolor o molestia, información que se registró para poder determinar el daño ocasionado y relacionar el riesgo al que están expuestos, información obtenida del cálculo del índice de levante.

La información del cuestionario del operador es de vital importancia, debido a que en él se vierten las opiniones y recomendaciones de los trabajadores al respecto de las condiciones de trabajo, así como lo que ellos consideran importante para mejorar su actividad y evitar lesiones o daño.

Cabe mencionar que de todas las líneas y los puestos de trabajo evaluados, existe una mujer, quien no refirió haber tenido molestia alguna y, un trabajador de estiba de producto terminado quien refirió haber acudido en una ocasión a revisión médica y tomar medicamento para quitar el dolor de espalda.

9.7 Captura estadística

La información de las mediciones fué recabada inicialmente en el formato de colección de datos del NIOSH, proporcionado por la propia empresa, de donde posteriormente se tomó la información para concentrarla en una hoja de Excel, con la finalidad de relacionar los resultados de las mediciones de acuerdo al Índice de Levante, organizando los resultados en tres grupos, lo que se encuentra en riesgo bajo, riesgo medio y en riesgo alto. De esta forma se logra comparar la información obtenida con lo observado en los estudios reportados en la bibliografía. Dicha evaluación se llevó a cabo agrupando los estudios reportados en la bibliografía en 5 tablas, de acuerdo al objetivo del estudio evaluado, es decir, el primero evaluó los resultados con la aplicación de medidas preventivas, el segundo engloba los estudios que se encargaron de investigar acerca de otros índices en el manejo manual de cargas, el tercer grupo abarca los estudios en donde se realizaron modificaciones ergonómicas en el manejo manual de cargas, el cuarto grupo los estudios acerca de dolor lumbar y el quinto grupo la evaluación de la ecuación de NIOSH, todos éstos son temas relacionados con el concepto central dentro de la presente tesis.

Posteriormente con las tablas de información se grafica lo obtenido, agrupando los resultados de acuerdo al grado de riesgo encontrado, empleado el programa Excel. Este proceso se realiza al relacionar las líneas de producción de acuerdo al riesgo que representan para el trabajador, y también dependiendo de si la actividad es surtir o estibar.

Por otra parte, al realizar los cuestionarios a los trabajadores, los resultados se fueron recopilando en el formato específico de cada cuestionario, información que posteriormente se analizó y organizó en tablas en una hoja de Excel, datos que finalmente sirvieron de referencia para obtener resultados al respecto, asociando los

resultados del cuestionario de acuerdo a cada rubro evaluado, desde la parte anatómica más afectada hasta las recomendaciones que cada trabajador hace al respecto de su área de trabajo.

Al realizar el análisis de resultados de los cuestionarios, se concentraron en tablas para mayor facilidad de relacionar la información, posteriormente se agrupó la información para obtener los resultados esperados y plasmarlo en un registro final.

9.8 Recursos humanos

El investigador, médico cirujano estudiante de especialización de Salud en el Trabajo.

9.9 Recursos materiales

Se emplearon los siguientes materiales:

- Una cinta métrica para tomar las mediciones respectivas de distancias para la posterior aplicación de la ecuación de NIOSH;
- Un goniómetro con el que se evaluaron los ángulos de movimiento durante el proceso de levantamiento manual de cargas;
- Una báscula portátil;
- Copias de un formato específico de la empresa manufacturera para el registro de la información obtenida;
- Las copias del Cuestionario del operador y del Cuestionario de vigilancia de la salud, proporcionados por la empresa;
- Una tabla de apoyo portátil;
- Calculadora científica;
- Hojas blancas;
- Lápices;
- Plumas;
- Goma;
- Equipo de cómputo portátil de la empresa;
- Programa Microsoft Office Excel 2003;
- Programa Microsoft Office Word 2003;

9.10 Recursos físicos

Área de producción en donde se llevan a cabo las actividades señaladas previamente de estiba de producto terminado y surtido de producto en la banda transportadora.

9.11 Recursos institucionales y económicos

La empresa manufacturera proporcionó todos los recursos financieros necesarios para la realización del presente estudio, así como la completa disposición de tiempo y espacio para llevarse a cabo.

10. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la aplicación de la ecuación de NIOSH en el puesto de estibador y surtidor de producto en una empresa manufacturera, permitieron llevar a cabo el cálculo del Índice de Levante que se obtuvo de cada Peso Límite Recomendado con dicha ecuación, y dependiendo de los siguientes parámetros:

- IL $0 < 1$: Riesgo bajo
 - Modificaciones a largo plazo
- IL 1 - 3: Riesgo medio
 - Controles administrativos o de ingeniería de mediano a corto plazo
- IL > 3 : Riesgo alto
 - Controles de ingeniería a corto plazo

10.1 Nivel de riesgo por línea de producción

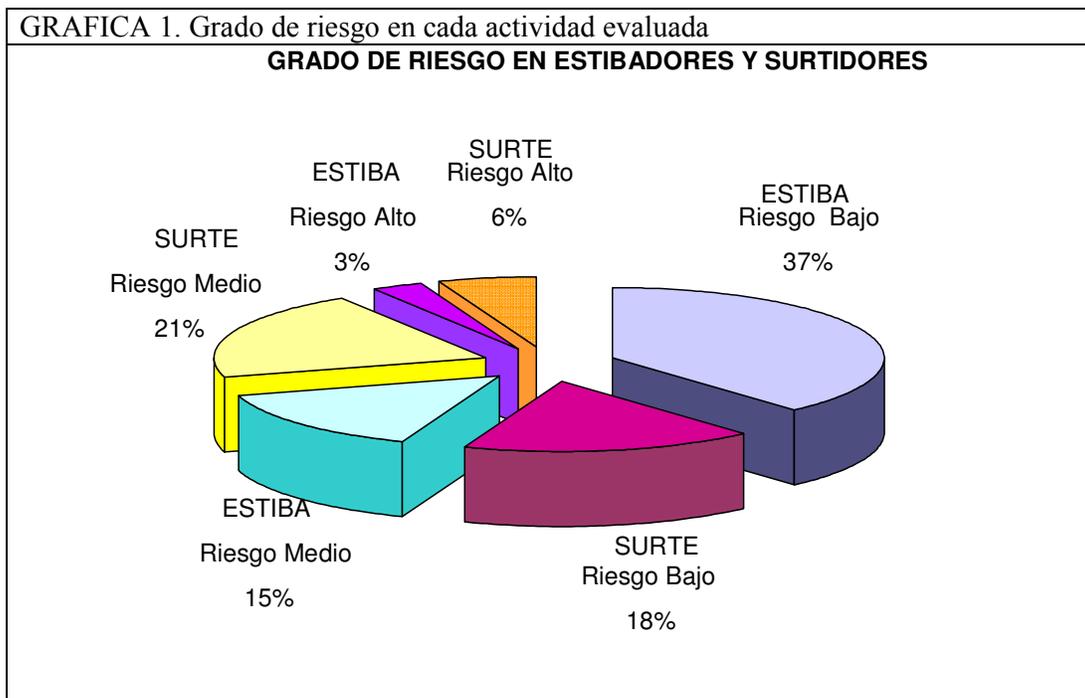
La siguiente tabla muestra la relación de líneas de producción, de acuerdo a la actividad de estiba o surtido de producto, si se encuentran dentro del grupo de riesgo bajo, medio o alto, dependiendo del índice de levante obtenido de la ecuación de NIOSH.

TABLA 7. Nivel de riesgo en las actividades de estiba y surtido en cada línea de producción.						
RIESGO	BAJO $0 < 1$		MEDIO 1 - 3		ALTO > 3	
	estiba	surte	estiba	surte	estiba	surte
LINEAS DE PRODUCCION	21	23	20	20	62b	40
	23	30	31	21		60
	24	31	51	24		
	30	62	64	33		
	33	64		42		
	40	65		51		
	42	70		62b		
	60	71				
	62					
	65					
	70					
	71					

Estos resultados muestran que la mayoría de las líneas de producción evaluadas se encuentran en un nivel de riesgo bajo, ya que el peso que realmente cargan los trabajadores es casi el mismo o menor que el que deben cargar, de acuerdo a los resultados obtenidos de la ecuación de NIOSH. Por otra parte, se observa que líneas de producción con un riesgo medio, tanto en el puesto de estibador y surtidor de producto, en las que se deberá actuar para evitar una evolución negativa a un riesgo alto y, a su vez, se tenga una prevención para la presencia de dolor en espalda baja. Por último, se muestran las tres líneas de riesgo alto y en las que se deberá trabajar de manera inmediata para evitar que posteriormente se presente dolor lumbar en los trabajadores de dichas líneas, y que ello lleve a enfermedad, ausentismo o incapacidad en su caso, y disminución en la productividad de la planta.

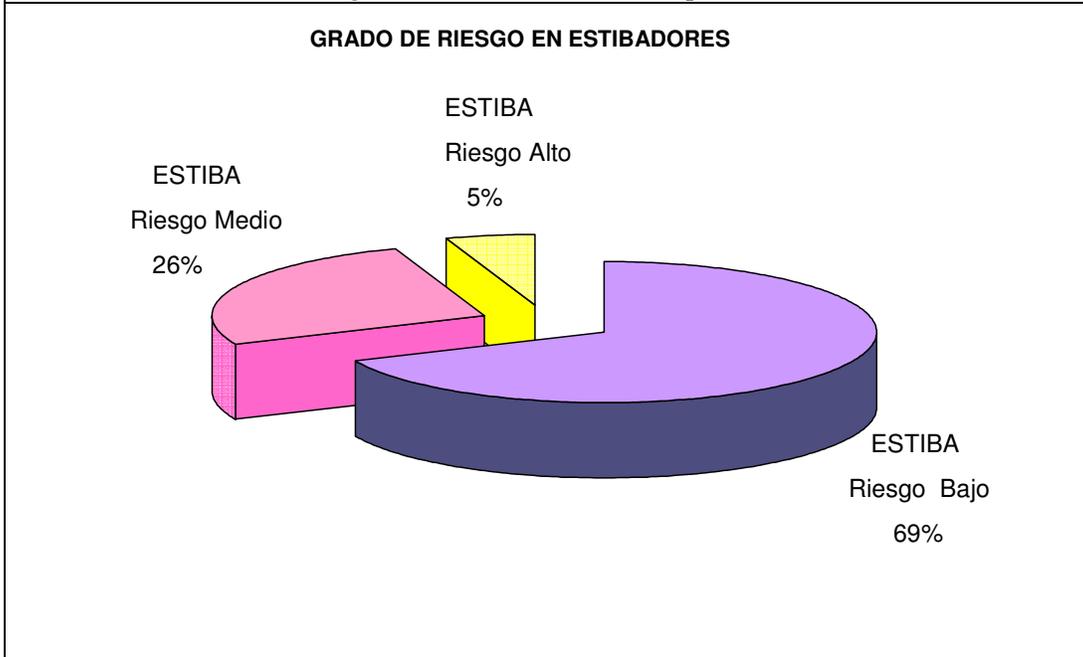
10.2 Nivel de riesgo por puesto

La Gráfica 1 muestra qué porcentaje representa el tipo de actividad evaluada en relación con el grado de riesgo, de acuerdo a los datos obtenidos en las evaluaciones.



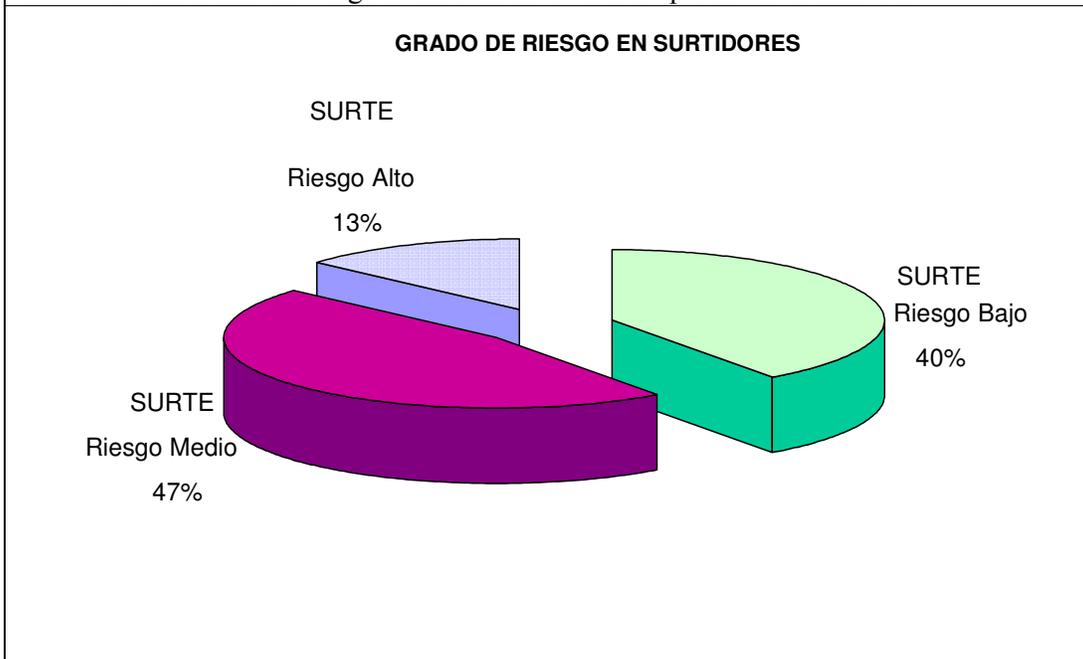
Es así como se observa en la gráfica 1 que la actividad de estiba con riesgo alto representa un 3% de las evaluaciones, y la actividad de estiba con riesgo bajo representa un 37%. Se puede establecer que en las 17 líneas de producción evaluadas tomando en cuenta los 34 puestos de trabajo, los puestos que surten producto y tienen riesgo medio representan el 21%, los que surten y tienen un riesgo bajo representan el 18%, los que estiban y tienen un riesgo medio son el 15% y los que surten y tienen un riesgo alto son el 6%, lo que permite concluir que la mayor parte de los puestos de trabajo están en riesgo bajo y el mínimo porcentaje es para quienes tienen un riesgo alto (Tabla 7).

GRAFICA 2. Grado de riesgo en estibadores en una empresa manufacturera



En la gráfica 2 se observa que de los puestos de estiba, el 69% presenta un riesgo bajo de acuerdo a los resultados obtenidos por la ecuación de NIOSH, el 26% se encuentra con riesgo medio y sólo el 5% en riesgo alto, lo que comprueba que de la población que realiza manejo manual de cargas en el puesto de estibador en la empresa manufacturera, la minoría se encuentra en riesgo bajo, y se esperaría que en esos puestos no se presenten casos de lumbalgia.

GRAFICA 3. Grado de riesgo en surtidores en una empresa manufacturera



En la gráfica 3 se puede establecer que de los puestos evaluados que realizan surtido de producto a las líneas de producción, que el 47% tiene un riesgo medio de acuerdo a los datos obtenidos en la aplicación de la ecuación de NIOSH, el 40% corresponde a un riesgo bajo y el 13% a un riesgo alto, con lo que se establece que el riesgo bajo y medio predominan y se esperaría encontrar casos de lumbalgia en los puestos con riesgo alto.

PARAMETRO	RIESGO BAJO		RIESGO MEDIO		RIESGO ALTO	
	No.	%	No.	%	No.	%
Surtidores	127	75.15	40	23.67	2	1.18
Estibadores	88	74.58	29	24.58	1	0.84
Total	215	74.91	69	24.04	3	1.05
TOTAL = 169 surtidores y 118 estibadores dan un total de 287						
Chi2, P= 0.196						

Se puede observar en la tabla 8 que el 75.15% de los puestos de surtidor evaluados son de riesgo bajo, seguido de los puestos de estibador con riesgo bajo que representan el 74.58%, y cabe mencionar que el riesgo alto está presente en el 1.18 y el 0.84 % de surtidores y estibadores respectivamente, por la cual se concluye que el 1.05% de toda la población evaluada carga el peso mayor al que debe cargar.

Además es importante mencionar que no existe una diferencia significativa en la distribución de las mediciones por grado de riesgo. Lo que significa que la ecuación de NIOSH no es predictiva para determinar la relación que existe al considerar que entre mayor sea el grado de riesgo de cada puesto de trabajo mayor será el número de mediciones realizadas por cada puesto que estén expuestas a grado de riesgo alto.

PARAMETRO	RIESGO BAJO		RIESGO MEDIO		RIESGO ALTO	
	VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%
Surtidores	8	47.06	7	41.18	2	11.76
Estibadores	12	70.59	4	23.53	1	5.88
Total	20	59	11	32	3	9
TOTAL = 34						
Chi2, P=0.9						

La tabla previa número 9 permite relacionar los puestos de trabajo evaluados con el grado de riesgo al que están expuestos, dependiendo del índice de levante obtenido en la aplicación de la ecuación de NIOSH, y se observa que el 59% de los trabajadores que realizan el levantamiento manual de cargas está en riesgo bajo y el 9 % únicamente está en riesgo alto. Y en relación a la tendencia en la distribución de la evaluación de cada puesto por grado de riesgo no hay una diferencia significativa. Con lo cual se puede concluir que la ecuación de NIOSH no es predictiva para establecer la relación entre el número de puestos de trabajo evaluados y el grado de riesgo al que están expuestos, es decir, se esperaría encontrar que entre mayor sea el grado de riesgo mayor será el número de puestos en exposición.

10.3 Frecuencia de lumbalgia

TABLA 10. Relación entre tipo de puesto, riesgo y presencia de dolor en espalda baja					
PUESTO	RIESGO	TRABAJADORES CON DOLOR EN ESPALDA BAJA			
		Si	%	No	%
Surtidor*	BAJO	1	12.50	7	87.50
	MEDIO	4	57.14	3	42.86
	ALTO	1	50.00	1	50.00
Estibador**	BAJO	2	16.67	10	83.33
	MEDIO	2	50.00	2	50.00
	ALTO	1	100.00	0	0
Total***	BAJO	3	15.00	17	85.00
	MEDIO	6	54.55	5	45.45
	ALTO	2	66.67	1	33.33
Chi2,*Surtidor, P=0.126; **Estibador P= 0.125; ***Total P=0.033					

La tabla 10 refleja el número de puestos evaluados y la relación con dolor en espalda baja, de acuerdo a lo obtenido en la ecuación de NIOSH y en el cuestionario del operador, revelando que de los 17 puestos evaluados de surtidores el 50% de los puestos de surtidores expuestos a grado de riesgo alto presentan dolor en espalda baja, mientras que de los puestos de estibador que están expuestos a grado de riesgo alto el 100% presenta dolor en espalda baja. Con esta información se puede observar que en el puesto de estibador sí es significativa la diferencia de reporte de dolor en espalda baja entre los grupos de riesgo, encontrándose un incremento de dolor reportado conforme aumenta el grado de riesgo al que se expone cada puesto. En el análisis por separado del puesto de surtidor y estibador no fué significativa la diferencia de frecuencia de dolor en espalda baja probablemente debido a que el tamaño de los grupos es pequeño. Sin embargo, al analizar los datos totales es mas clara la tendencia y los resultados son significativos.

TABLA 11. Relación entre tipo de trabajador, riesgo y presencia de dolor en espalda baja					
Trabajadores	Nivel	TRABAJADORES CON DOLOR EN ESPALDA BAJA			
		Si	%	No	%
Surtidor*	BAJO	0	0	3	100
	MEDIO	0	0	2	100
	ALTO	0	0	1	100
Estibador**	BAJO	0	0	5	100
	MEDIO	0	0	1	100
	ALTO	0	0	0	100
Mixto*	BAJO	1	33.33	2	66.67
	MEDIO	4	66.67	2	33.33
	ALTO	1	50.00	1	50.00
Total**	BAJO	1	66.67	10	33.33
	MEDIO	4	33.33	5	66.67
	ALTO	1	50.00	2	50.00
Chi2,*Mixto,p= 0.63, **Total, p= 0.19					

La tabla previa presenta el análisis por trabajador en cada una de las tres tareas, surtido, estiba y mixto, así como la frecuencia de dolor en espalda baja. Se puede observar que las líneas de producción que reportaron dolor en espalda baja fueron en las que un solo trabajador realiza las funciones de los dos puestos, el de estibador y surtidor de producto, y se observa diferencia con la tabla previa debido a que en la tabla 11 se combinan los puestos de estibador y surtidor en un mismo rubro, mientras que en la tabla 10 están los reportes por separado. En el grupo de tarea mixta existe una clara tendencia a incrementar el número de trabajadores afectados en relación al aumento en el grado de riesgo, desafortunadamente el pequeño número de trabajadores impide obtener una diferencia significativa. El análisis del total de trabajadores, hace más evidente la tendencia de que a mayor grado de riesgo mayor frecuencia de trabajadores con dolor en espalda baja, por lo tanto se considera que la prueba estadística es cercana a lo significativo.

Los anteriores resultados nos indican, sin ser totalmente concluyentes que la ecuación de NIOSH permite predecir la presencia de dolor en espalda baja, debido a la significancia en la tendencia a presentarse mayor número de puestos expuestos a alto riesgo con la sintomatología de dolor en espalda baja.

REGION ANATOMICA AFECTADA	No TRABAJADORES QUE REFIEREN DOLOR	PROMEDIO DE GRADUACION DEL DOLOR	RANGO DE VALORES OBTENIDOS
Espalda Baja	9	3.66	0 – 8
Tobillo/Pie	9	4.22	2 – 8
Mano/Muñeca	5	3	2 – 6
Pierna Baja	2	4	2 – 6
Cuello	2	3	2 – 4
Rodilla	1	5	5

La tabla 12 muestra cuáles fueron las regiones anatómicas referidas por los trabajadores como dolorosas, y el promedio de la valoración subjetiva en la escala del 0 al 10 mostrada a los trabajadores; en donde se puede concluir que aunque la mayoría de los trabajadores refirieron que espalda baja, tobillo y pie fueron las zonas más dolorosas, el valor de menor incomodidad fué 0 mientras otro de sus compañeros refirió el valor 8 en la escala.

Cabe mencionar que en el Anexo VI de los resultados obtenidos del cuestionario de vigilancia a la salud, se puede ver que las regiones anatómicas valoradas con el grado más alto de dolor fueron espalda baja y tobillo y pie con un valor de 8, seguidos de mano y muñeca, así como de pierna baja con un valor máximo de 6, posteriormente cuello con un valor máximo de 4 y finalmente rodilla con únicamente un reporte de malestar con un grado de valoración de 5.

10.4 Condiciones de trabajo y opinión de los trabajadores

TABLA 13. Resultados cuestionario del operador					
Lo que menos le gusta de la actividad que realiza		Modificaciones de la empresa para mejorarlo		Propuestas de mejoramiento de	
RESPUESTA	NUM	RESPUESTA	NUM	RESPUESTA	NUM
Agacharse	9	Faja	5	Paletizadora automática	6
Estar parado	8	Rotación de puestos	5	Equipo de Protección Personal adecuado	5
Banda baja	3	Tapete ergonómico	1	Herramienta para corte	5
Equipo de Protección Personal	2	Guantes	1	Trabajo en equipo	2
Romper cajas manualmente	1	Zapatos de seguridad	1	Medio para llevar estiba	2
Paletizar manualmente	1	Disminución de espacio entre banda y trabajador	1	Capacitación	1
Empujar estibas	1			Botes de basura	1
Espacio reducido entre banda y trabajador	1			Base móvil en la tarima de estiba	1
Elevar hombros	1			Mesas de trabajo de mayor altura	1
				Descansa pies	1

En la tabla 13 se muestran los resultados del cuestionario del operador, los cuales reflejan las opiniones de los trabajadores al respecto de qué características de su actividad laboral son las más les gustan o menos les gustan, para de esta forma, establecer las actividades que no son gratas y que tal vez no se estén llevando a cabo adecuadamente secundario a la falta de interés en dicha función, así como también se expresan las modificaciones que la empresa ha realizado a través del tiempo para mejorar las condiciones de trabajo y buscando el confort del trabajador. Aunado a la opinión de mayor importancia para la empresa, las propuestas de mejoramiento de cada trabajador, que con ello permitirán que el trabajador sepa que la empresa pone atención a sus opiniones, y por otro lado que dichas opiniones sirvan de base para la creación de proyectos de mejoramiento específicos, en los trabajadores de estiba y surtido de producto.

11. DISCUSION

El método aplicado en la presente tesis se muestra muy completo para la evaluación del riesgo al que está expuesto el trabajador que realiza dicha actividad. Con esta información se puede establecer que en este estudio la aplicación de la ecuación NIOSH es predictiva para determinar la relación entre el grado de riesgo de acuerdo al índice de levante y la presencia de dolor en espalda baja entre los trabajadores que llevan a cabo levantamiento manual de cargas.

Existe bibliografía que comprueba la hipótesis planteada en el presente estudio, como investigaciones realizadas desde el año 1997 hasta el 2006, tanto en EUA como e Italia, los cuales refieren que en la actividad del manejo manual de cargas pone en alto riesgo a los trabajadores que la desempeñan para presentar daño o dolor lumbar. Algunos de ellos demostraron la relación entre el índice de levante obtenido en la ecuación de NIOSH y la severidad del daño en espalda baja, considerando al índice de levante como un indicador útil en la evaluación del riesgo de lumbalgia en los trabajadores de manejo manual de cargas.

Dentro del gran grupo de estudiosos que se dio a la tarea de comprobar si la ecuación de NIOSH está validada se encuentra Marras en 1999¹, quien evaluó la Guía NIOSH de 1981 y encontró que dicha guía mostraba un 91% de especificidad y la revisión de la ecuación de carga de NIOSH de 1991 tuvo mejor sensibilidad en los puestos de alto riesgo, lo cual permite establecer que es un método validado para su aplicación.

Waters en 1998 establece que cualquier persona puede llevar a cabo la medición de las variables con suficiente precisión empleando la ecuación NIOSH, sin necesidad de una preparación previa, lo que se traduce en que es un método fácil y confiable para su aplicación, y un año más tarde evalúa al índice de levantamiento como un indicador útil para determinar el riesgo causado por la carga manual para presentar lumbalgia, comprobando que esta actividad es un factor de riesgo importante para el daño lumbar².

Evaluando de una forma general los resultados obtenidos, se observa que únicamente 3 de las 17 líneas de producción analizadas, son las que representan un riesgo alto con un índice de levante mayor o igual a 3, lo cual significa que el peso que carga cada trabajador es tres veces mayor que el que debe cargar de acuerdo a la posición adquirida al momento de realizar su trabajo, y de acuerdo a las características de la propia actividad como son la altura desde donde el trabajador toma la carga, la altura del lugar donde se deposita dicha carga, si tiene asas o no para un adecuado agarre, si el trabajador gira el tronco al tomar la carga o al colocarla en su destino, si la toma cerca o lejos del eje central de su cuerpo, considerando la duración de la jornada laboral y la frecuencia con la que se lleva a cabo la actividad.

También se debe considerar que 11 de las 17 líneas presentan un riesgo medio, siendo incluida en dicho resultado una de las 3 líneas con riesgo alto, obteniendo un índice de levante entre 1 y menor a 3, lo cual necesita controles administrativos o de ingeniería de

¹ Marras WS, Fine LJ, Ferguson SA, Waters TR. The effectiveness of commonly used lifting assessment methods to identify industrial jobs associated with elevated risk of low-back disorders. *Ergonomics*. (USA) 1999 Jan; 42(1):229-45.

² Waters TR, Putz-Anderson V, Baron S. Methods for assessing the physical demands of manual lifting: a review and case study from warehousing. *Am Ind Hyg Assoc J*. (USA) 1998 Dec; 59(12):871-81.

mediano a corto plazo; y 14 de las 17 líneas de producción evaluadas tienen un riesgo bajo, es decir un índice de levante de 0 a menos de 1, lo que implicaría modificaciones a largo plazo.

Cabe mencionar que el trabajador que acudió a evaluación médica es de una línea de producción que se encuentra en riesgo bajo de lesión, razón por la cual este resultado del cuestionario lleva a concluir que, a pesar de que los trabajadores de todas las líneas de producción se encuentran en riesgo de presentar dolor en espalda baja, no se trata de una línea de producción que esté en riesgo alto como se podría esperar. El trabajador refiere que acudió al médico y tomó medicamento para el dolor y menciona haber presentado dolor y calambres.

Los resultados después de emplear la herramienta estadística Chi2 y obtener un a “p” nos indican, sin ser totalmente concluyentes, que la ecuación de NIOSH permite predecir la presencia de dolor en espalda baja, debido a la significancia en la tendencia a presentarse mayor número de puestos expuestos a alto riesgo relacionado con la sintomatología de dolor en espalda baja.

Es de importancia mencionar que de las 17 líneas de producción evaluadas, tanto en el puesto de surtidor como de estibador, se encuentra una mujer que surte y estiba producto, todos los demás puestos evaluados son ejecutados por hombres, en el caso de la mujer se observa que el grado de riesgo en la línea de producción en donde se encuentra es riesgo medio en surtido y estiba, esta trabajadora refiere dolor en espalda baja cuantificado en 4 tanto en cara anterior y posterior, de acuerdo al esquema del cuestionario de vigilancia a la salud que se les aplicó a todos los trabajadores de las líneas evaluadas, la trabajadora refiere que el agacharse a paletizar le ocasiona dolor en espalda y que propone se coloquen paletizadoras automáticas para reducir el esfuerzo realizado en dicho trabajo.

En los resultados del cuestionario del operador se observa que el 33.4% del total de respuestas obtenidas lo que menos le gusta de la actividad que realiza es agacharse para estibar el producto o para surtirlo, el 29.6% refiere que estar de pie toda la jornada, el 11.1% que la banda de la maquinaria en línea de producción está muy baja, el 7.4% que el equipo de protección personal otorgado por la empresa no es cómodo para la actividad que realizan, el 3.7% refiere que le disgusta romper cajas para surtir el producto con las manos, otro 3.7% refiere que deben paletizar manualmente y eso les incomoda, 3.7% que debe empujar manualmente el producto estibado, 3.7% que el espacio entre el trabajador y la banda es muy reducido y otro 3.7% que tienen que elevar los hombros para realizar la actividad designada, que en general es el surtido de producto. Dicha información es trascendental debido a que es el reflejo de lo observado por los trabajadores, en donde ellos consideran que no es del todo cómoda la actividad que realizan por lo que al no ser confortable se traduce en que no se está realizando como debe ser y esto se refleja en la presencia de dolor en espalda baja.

En relación a lo que la empresa ha modificado en beneficio de las condiciones de trabajo, primero lo referente al equipo de protección personal otorgado por la empresa el 21.7% refirió importante que se les otorgó faja, otro 21.7% que se lleva a cabo rotación de puestos, 4.3% que se les puso tapete ergonómico, 4.3% que se les dieron guantes para el manejo de manual de cargas, 4.3% los zapatos de seguridad y otro 4.3% que se disminuyó el espacio entre el trabajador y la banda de producción.

Respecto a las recomendaciones o propuestas que hacen los trabajadores, se tiene en primer lugar que se coloque una paletizadora automática para evitar que se realice manualmente, en segundo lugar que se proporcione un equipo de protección personal adecuado y cómodo, así como que se les den herramientas de corte, que se trabaje en equipo, que se les de un patín o un carrito para llevar la estiba, así como que se les capacite, que se coloque botes de basura cerca, que se coloque una base a la tarima para que no tengan que agacharse y puedan estibar en mejores condiciones, que las mesas de trabajo tenga más altura y que se les facilite un descansapiés para evitar las molestias de dicha zona anatómica, situación que no tiene tanta relación con los resultados del cuestionario de vigilancia al a salud ya que no se reportó el dolor o malestar en pies como un factor de importancia.

12. CONCLUSIONES

De esta manera se puede establecer que se han realizado estudios de investigación previos acerca del dolor lumbar en trabajadores que se dedican al manejo manual de cargas y, casi en todos, con excepción de uno, se encontró que dicha actividad es de gran riesgo para presentar lesiones musculoesqueléticas y principalmente a nivel de columna lumbar, por lo que se comprueba la hipótesis establecida en la presente tesis.

Es de mencionarse que el estudio tendrá la aplicación que se buscaba, ya que permitirá conocer el riesgo al que están expuestos estos trabajadores y así proponer soluciones y mejorar las condiciones laborales, lo que a su vez mantendrá el estado de salud del trabajador e incrementará la productividad de la empresa.

Es un estudio que, a pesar de haberse realizado en una población tan pequeña, permite obtener información importante, como lo es el grado de riesgo al que está expuesto cada trabajador, en base a la actividad que realiza como surtidor o estibador de producto en su línea de producción, la sintomatología que ya presentan los trabajadores referente a dolor lumbar y, principalmente, tomar en cuenta la opinión de los trabajadores para conocer qué piensan de lo que hacen y qué necesitan para hacerlo mejor, desde el punto de vista del propio trabajador.

También se desprende el concepto de que la ecuación de NIOSH es predictiva para poder asociar el grado de riesgo al que se expone el puesto el trabajo con el dolor en espalda baja, y se concluye que entre mayor sea el grado de riesgo al que está expuesto el trabajador del puesto de estiba y surtido de producto, mayor es la tendencia a presentar dolor en espalda baja, ya que fué significativo el resultado obtenido por la herramienta empleada para asociación entre dichas variables.

13. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO EN EL MANEJO MANUAL DE CARGAS

Con toda la información presentada en esta tesis se puede establecer que con una modificación del peso manejado por los trabajadores de cada línea de producción con riesgo medio se logrará controlarlo y llevarlo a un índice menor de 1, para considerar que está dentro del riesgo bajo y que no habrá enfermedades posteriores respecto a la naturaleza de la actividad.

El establecer mayor número de descansos fué una opción muy frecuentemente utilizada y ayudó a minimizar el gasto metabólico del trabajador, y con ello buscar evitar daño en columna lumbar (Chen, 2006)¹.

13.1 Recomendaciones de ingeniería

- Acercar áreas de estiba para manejo de carga manual máximo 1.75 m.
- Implementar tarimas en las áreas de estiba con un soporte hidráulico que vaya bajando el producto colocado, pero que se mantenga a nivel del área de confort del trabajador y así evitar malas posturas.

13.2 Recomendaciones de tipo administrativo

- Contar con manual de procedimientos seguros para el manejo manual de cargas.
- Entrenamiento al 100% del personal que ocupe dicho puesto de trabajo en los procedimientos de manejo manual de cargas.
 - Vigilancia del procedimiento.
- Aplicación de tapete ergonómico en todas las áreas de estiba o surtido de producto.

13.3 Recomendaciones de equipo de protección personal

- Guantes de algodón o japoneses para estibar.
- Calzado cómodo y adecuado para cada trabajador.
- Proporcionar material para corte de cajas en los surtidores de producto.

¹ Chen J, Yang L. Maximum acceptable weight of lift for manual lifting tasks. Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi. (China) 2006 Apr; 24(4):194-7.

ANEXOS

ANEXO I

METODO NIOSH

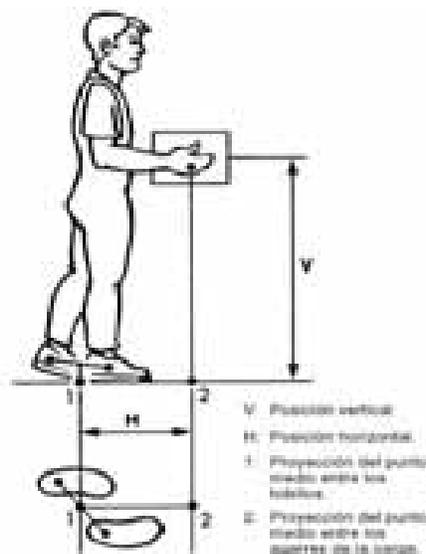
El peso límite recomendado en La Ecuación de NIOSH se obtiene de la siguiente forma:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

Donde RWL (Recommended Weight Limit) es el peso límite recomendado; LC es el valor límite recomendado de 23 kg y el resto son factores correctores geométricos, temporales y de agarre.

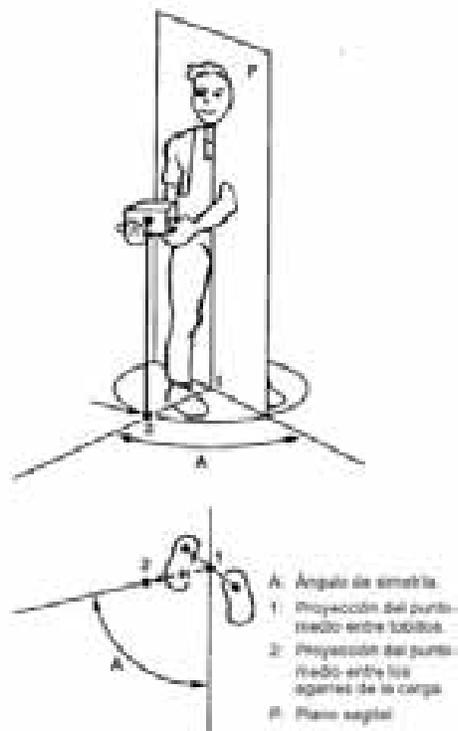
La **distancia horizontal** es definida como la proyección sobre el suelo en el plano horizontal, del punto medio formado entre los agarres de la carga, representado por el punto medio de la mano extendida al tomar la carga y la proyección del punto medio entre los tobillos del trabajador, tanto al tomar la carga de su lugar de origen y al colocarla en su destino final, medidos en centímetros. Se considera que al incrementar la distancia horizontal, la carga de la columna se incrementará y con ella también aumentará la fuerza de compresión en el disco, y el límite del peso máximo aceptable decrecerá, ya que la fuerza de compresión axial aplicada a la columna durante los levantamientos es generalmente proporcional a la distancia horizontal de la carga a la columna, obteniéndose $HM = 25 / H$, siendo la H la distancia horizontal.

La **distancia vertical**, que es la distancia del suelo al punto de agarre de la carga en el plano vertical, tanto en su origen como en su destino, considerando la zona central de la mano extendida al tomar la carga. Esta situación tiene su explicación al determinar que, cuando se levantan cargas desde el suelo se incrementa el esfuerzo lumbar y el gasto de energía, y es así como el Comité de 1991 eligió una disminución del 22.5% para reducir la carga permitida en los levantamientos cuando se hacían a nivel del hombro (150cm) y a nivel del suelo, por lo que resulta de $VM = \{1 - [0.003 \text{ abs}(V - 75)]\}$, representando así la distancia en centímetros.



La **distancia de desplazamiento** se refiere a la diferencia en centímetros entre la altura inicial y la altura final de la carga, es decir $V1-V2$ donde $V1$ es la distancia vertical de la carga respecto al suelo en el origen del movimiento y $V2$ la distancia vertical de la carga respecto al suelo al final del mismo. Resultados de los estudios psicofísicos relacionados a este factor sugieren una reducción aproximada del 15% de la carga máxima aceptable en los levantamientos cuando la distancia total movida se acerca al máximo, es decir, cuando los levantamientos tienen un origen cerca del suelo y un destino por encima de los hombros; y se mantiene constante cuando la distancia total desplazada de la carga es inferior a 25cm. Entonces se obtiene $DM= 0.82 + 4.5 / D$, siendo D la distancia de desplazamiento.

El **ángulo de asimetría**, que permite la evaluación de un movimiento asimétrico, se define como aquel que empieza o termina fuera del plano medio-sagital, debiéndose medir éste en el origen del movimiento cuando el trabajador toma la carga y también cuando el mismo la coloca de una forma determinada en su punto de destino, medido en grados. El descenso del máximo peso aceptable es de 8 a 22% y un descenso de la fuerza isométrica de los levantamientos 39% para tareas asimétricas de levantamientos de 90 comparadas con levantamientos simétricos. Se obtiene $AM= [1 - (0.0032 A)]$ siendo A el factor de asimetría.



El **factor de frecuencia** definido como el número de levantamientos por minuto, considerando la duración de la tarea de levantamiento y la altura de los mismos, tomando en cuenta además que el número de levantamientos en promedio por minuto debe calcularse en un período de 15 minutos y en aquellos trabajos donde la frecuencia de levantamiento varía de una tarea a otra, o de una sesión a otra, deberá estudiarse de forma independiente; y en lo referente a la duración de la tarea, se considera de corta

duración cuando se trata de una hora o menos de trabajo, seguida de un tiempo de recuperación de 1.2 veces el tiempo de trabajo, de duración moderada, cuando es de una a dos horas seguida de un tiempo de recuperación de 0.3 veces el tiempo de trabajo y de larga duración, cuando es de más de dos horas.

Cabe mencionar que para frecuencias de levantamientos hasta 4 por minuto se usaron los datos psicofísicos de Snook y Ciriello, para frecuencias superiores los valores se determinaron en un proceso de tres etapas usando las ecuaciones de predicción de gasto de energía de Garg, concluyéndose así que si los valores resultantes están comprendidos entre 0 y 1 se hallan tabulados en función de la frecuencia que va desde 0.2 levantamientos por minuto hasta más de 15, de la duración de la jornada laboral inferior o igual a una, dos u ocho horas, y de la posición vertical inferior o superior a 75cm, como se muestra en la siguiente tabla:

CÁLCULO DE FACTOR DE FRECUENCIA (FM)

FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤1 hora		>1- 2 horas		>2 - 8 horas	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
≤0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los valores de V están en cm. Para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0,2 elevaciones por minuto.

Y por último el **factor de acoplamiento**, que se obtiene según la facilidad del agarre y la altura vertical del manejo de la carga, cabe aclarar que se consideró que las cargas con agarres apropiados o asas facilitan los levantamientos y reducen la posibilidad de que se voltee y caiga la carga, el consenso del Comité fue penalizar los agarres pobres con un máximo del 10%, tabulando el coeficiente según la altura y tres categorías bueno, regular y malo, dependiendo de su relación con la posición vertical, si es superior o inferior a 75cm, información definida en las siguientes tablas:

CLASIFICACIÓN DEL AGARRE DE UNA CARGA

BUENO	REGULAR	MALO
1 Recipientes de diseño óptimo en los que las asas o asideros perforados en el recipiente hayan sido diseñados optimizando el agarre (ver definiciones 1, 2 y 3).	1 Recipientes de diseño óptimo con asas o asideros perforados en el recipiente de diseño subóptimo (ver definiciones 1, 2, 3 y 4).	1 Recipientes de diseño subóptimo, objetos irregulares o piezas sueltas que sean voluminosas, difíciles de asir o con bordes afilados (ver definición 5).
2 Objetos irregulares o piezas sueltas cuando se puedan agarrar confortablemente; es decir, cuando la mano pueda envolver fácilmente el objeto (ver definición 6).	2 Recipientes de diseño óptimo sin asas ni asideros perforados en el recipiente, objetos irregulares o piezas sueltas donde el agarre permita una flexión de 90° en la palma de la mano (ver definición 4)	2 Recipientes deformables.

DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE AGARRE (CM)

TIPO DE AGARRE	FACTOR DE AGARRE (CM)	
	v < 75	v ≥ 75
Bueno	1.00	1.00
Regular	0.95	1.00
Malo	0.90	0.90

DEFINICIONES:

1. ASA DE DISEÑO ÓPTIMO: es aquella de longitud mayor de 11,5 cm, de diámetro entre 2 y 4 cm, con un ancho de 5 cm para meter la mano, de forma cilíndrica y de superficie suave pero no resbaladiza.
2. ASIDERO PERFORADO DE DISEÑO ÓPTIMO: es aquel de longitud mayor de 11,5 cm, diámetro de más de 4 cm, de anchura superior a 5 cm, con un espesor de más de 0,6 cm en la zona de agarre y de superficie no rugosa.
3. RECIPIENTE DE DISEÑO ÓPTIMO: es aquel cuya longitud frontal no supera los 40 cm, su altura no es superior a 30 cm y es suave y no resbaladizo al tacto.
4. El AGARRE DE LA CARGA debe ser tal que la palma de la mano quede

flexionada 90°; en el caso de una caja, debe ser posible colocar los dedos en la base de la misma.

5. RECIPIENTE DE DISEÑO SUBÓPTIMO: es aquel cuyas dimensiones no se ajustan a las descritas en el punto 3 de este mismo apartado, o su superficie es rugosa o resbaladiza, su centro de gravedad es asimétrico, posee bordes afilados, su manejo implica el uso de guantes o su contenido es inestable.
6. PIEZA SUELTA DE FÁCIL AGARRE: es aquella que permite ser cómodamente abarcada con la mano sin provocar desviaciones de la muñeca y sin precisar de una fuerza de agarre excesiva.

ANEXO III

CUESTIONARIO DEL OPERADOR

Cuestionario Del Operador

Identificación

Nombre: _____

Dpto: _____ Fecha: _____

Zona: _____ Análisis: _____

Estado: _____ Número: _____

Instrucciones

- Complete el cuestionario, utilice la parte de atrás de este cuestionario si hace falta más espacio.
- Marque la lista Del Cerebro A Pies que sea más identificada por el operador en el Cuadro de la derecha.

Alta Vel. Cerebro A. Pies	
Esquela	Derecha
Mano/Muñeca	Mano/Muñeca
Codo	Codo
Hombro	Hombro
Codo	
Esquela	
Pies	

Experiencia Del Operador

1. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en esta posición?

1-12 meses 1-3 años 3+ años

2. ¿Como resultado de trabajar en esta posición, has experimentado algún dolor o molestia en?

a. Los Dedos/Muñeca/Muñeca	No	Esquela	Derecha
b. Los Codos	No	Esquela	Derecha
c. Los Hombros	No	Esquela	Derecha
d. El Codo	No	SI	
e. La Esquela	No	SI	
f. Los Pies/Rodillas o Pies	No	SI	

3. ¿Has tenido que evitar alguna vez la actividad / entendimiento por alguna lesión / dolor en el trabajo?

No - SI

4. ¿Te has tenido que tratar con medicamentos o has tenido que operarte?

No - SI

Lista Del Cerebro

5. ¿Cual es lo que menos te gusta de esta posición/trabajo?

6. Describe cualquier cambio que se ha hecho a tu trabajo para mejorarlo.

7. ¿Como se podría mejorar más del trabajo?

Impreso en: _____

ANEXO IV

9.3 Cuestionario de Vigilancia de la Salud

Nombre:	Fecha:
---------	--------

Cuidadosamente marque el área que le molesta. Al lado del área marcada, escriba la letra que describe mejor su problema.

- | | |
|---------------|---------------------|
| D - dolor | E - entumecimiento |
| I - hinchazón | C - calambres |
| T - picazón | O - otro (describa) |

Piense en cómo se siente usted AHORA

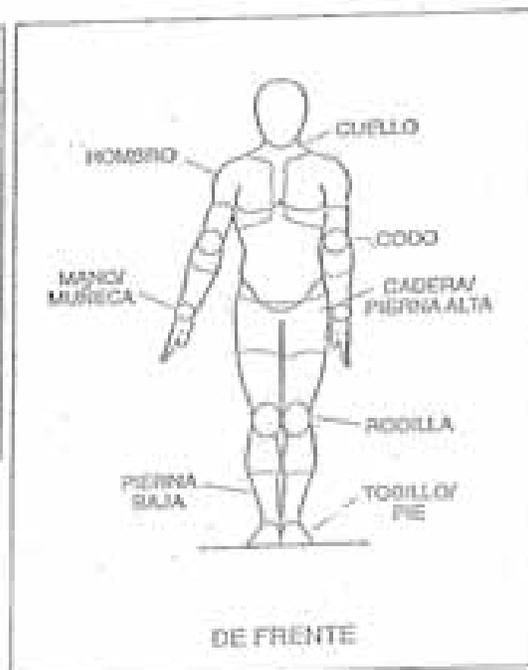
1. Marque todas las áreas de incomodidad.
2. Califique la incomodidad en cada parte de su cuerpo (izquierdo y derecho) en el cuadro de abajo.

Califique la incomodidad usando la escala de abajo en que 0 = nada de incomodidad, y 10 = la peor incomodidad imaginable. Escriba su resultado en el cuadro.

Nada de incomodidad
Peor incomodidad imaginable



Área de Incomodidad	Resultado	
	Derecho	Izquierdo
Cuello		
Hombro		
Codo		
Mano/Muñeca		
Rodilla		
Pierna baja		
Tobillo/Pie		

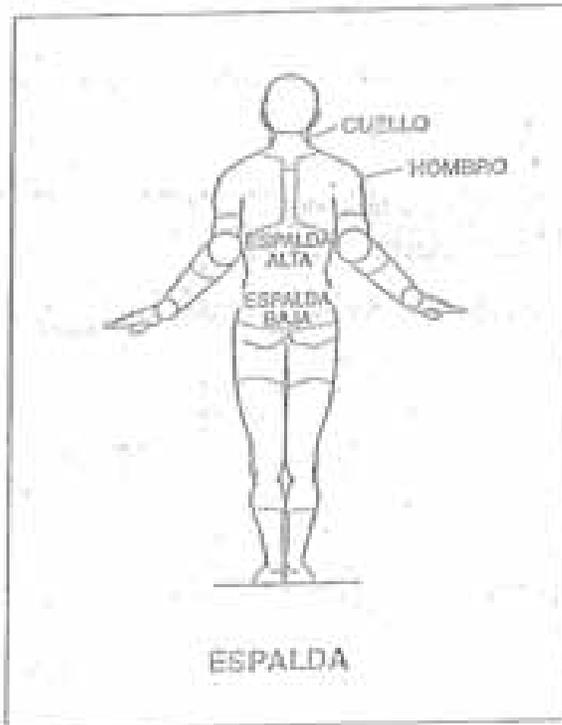


Nada de
Incomodidad

Peor Incomodidad
Imaginable

0—1—2—3—4—5—6—7—8—9—10

Área de Incomodidad	Resultado	
	Grado	Índice
Cuello		
Hombro		
Espalda Alta		
Espalda Baja		
Total		

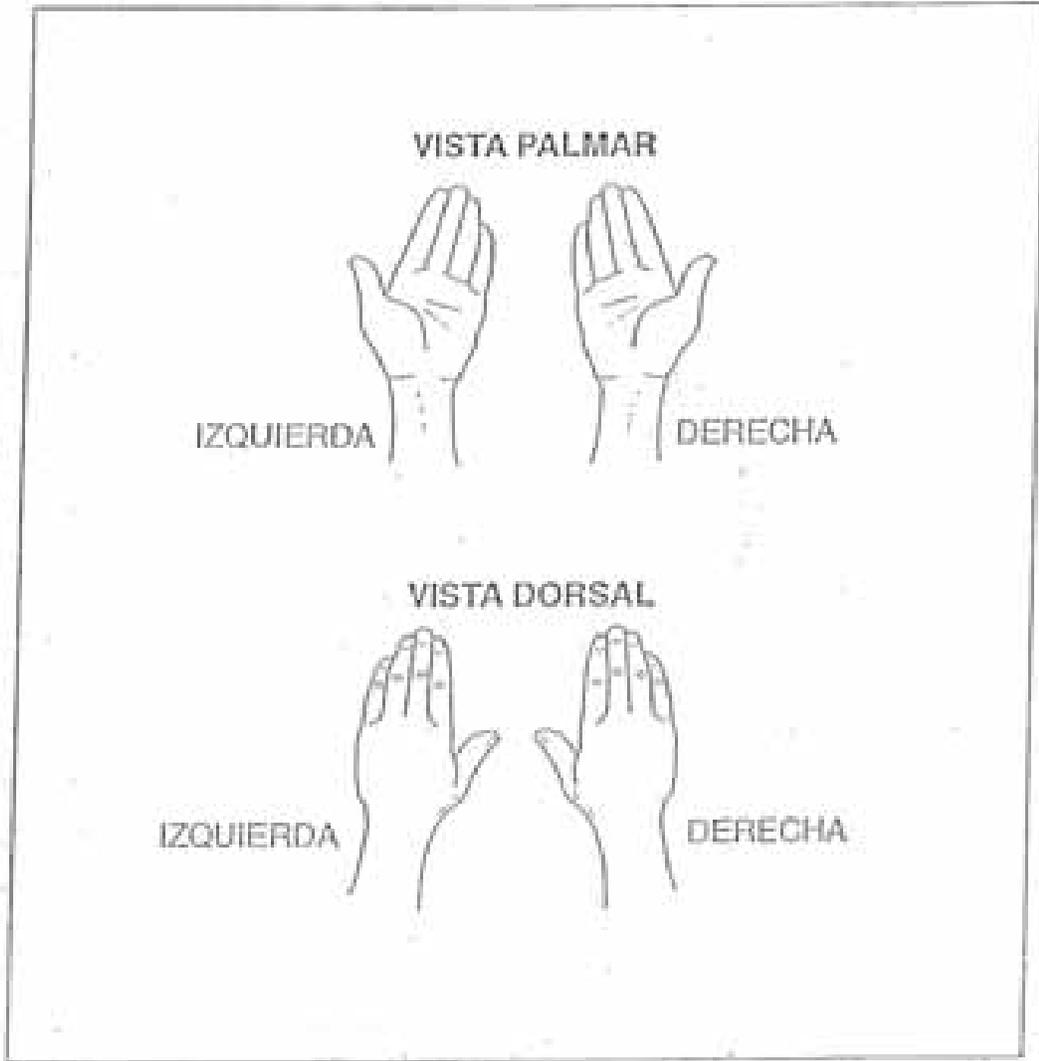


Nombre:	Fecha:
---------	--------

Si sus manos o muñecas le han molestado, por favor marque también en las áreas del dibujo donde le molestan y responda las preguntas abajo.

¿Cuál MANO/ MUÑECA le molesta? 1. Izquierda 2. Derecha 3. Ambas

Marque las áreas que le molestan más. Escriba D por Dolor, H por Hinchazón, P por Picazón, E por Entorpecer y R para Rigidez



ANEXO V

TABLA 11. Resultados cuestionario del operador									
LINEA	ACTIVIDAD	AREA DEL CUERPO EN RIESGO	TIEMPO DE ANTIGÜEDAD	DOLOR O MOLESTIA EN:	VISITA DR	TRATAMIENTO CON MEDICAMENTOS	LO QUE MENOS LE GUSTA DEL TRABAJO	CAMBIOS HECHOS PARA MEJORARLO	PROPUESTAS PARA MEJORARLO
20	ESTIBA SURTE	Y Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	-	-	-	-	-	-
21	ESTIBA SURTE	Y Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	Espalda	-	-	Agacharse por caja, estibar dos cajas al mismo tiempo	Faja, rotación.	Capacitación para cargar.
23	ESTIBA SURTE	Y Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	Piernas	-	-	Agacharse -	-	Paletizadora automática.
24	ESTIBA SURTE	Y Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	Pies	-	-	Botas y estar parado todo el día	Tapete ergonómico	Equipo de protección personal cómodo, guantes y un banco para descansar.
30	ESTIBA	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	-	-	-	Agacharse	Rotación	Paletizar automático
30	SURTE	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	-	-	-	Parado	Rotación	Botes de basura.
31	ESTIBA SURTE	Y Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	Dedos/mano/ muñeca derecha	-	-	Romper cajas con las manos	Faja	Herramienta para cortar cajas

33	ESTIBA	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	-	-	-	Agacharse para paletizar	-	Máquina para paletizar.
33	SURTE	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	Dedos/mano/muñeca izquierda y derecha	-	-	Agacharse para cargar caja del piso	Faja	Base para tarima y así no estibar tan abajo, guantes y herramienta para romper sellos.
40	ESTIBA Y SURTE	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	Dedo/mano/muñeca derecha, espalda y piernas	-	-	Encintar manualmente, mesa con altura baja, estar parado y empujar contenedor.	Guantes, faja y zapatos de seguridad.	Colocar encintadora, dotar de faja a su medida, y una silla fija cerca de paneles.
42	ESTIBA Y SURTE	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	-	Sí	Aspirina, naproxén	Equipo de trabajo y estar parado.	Disminuir el espacio entre trabajador y banda	Trabajo en equipo, silla fija y zapato cómodo.
51	ESTIBA	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	Espalda	-	-	Agacharse a paletizar	-	Empaletizadora automática
51	SURTE	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	Espalda	-	-	Agacharse a surtir	-	-
60	ESTIBA	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	-	-	-	Todo le gusta	-	Falta patín para llevar la estiba.
60	SURTE	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	-	-	-	Todo le gusta	-	-
62	ESTIBA Y SURTE	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 – 12 meses	-	-	-	Todo le gusta	-	-

62b	ESTIBA SURTE	Y	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 - 12 meses	Espalda	-	-	Parado	-	Silla fija
64	ESTIBA SURTE	Y	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 - 12 meses	Espalda, piernas	-	-	Agacharse	-	Mesas de mayor altura, carrito para llevar cajas, estiba más cerca.
65	ESTIBA		Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 - 12 meses	Piernas	-	-	Parado	-	Guantes y tabulación de suelos.
65	SURTE		Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 - 12 meses	Piernas	-	-	Parado	-	-
70	ESTIBA		Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 - 12 meses	Cuello, espalda y piernas	-	-	Espacio reducido y banda baja	Rotación	Descansa pies
70	SURTE		Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 - 12 meses	Piernas	-	-	Elevar hombros	Faja, rotación	Banco fijo
71	ESTIBA SURTE	Y	Mano/Muñeca, Cuello, Espalda y Piernas.	01 - 5 años	Dedos/mano/ muñeca izquierda derecha, espalda, piernas	-	-	Agachado y parado.	Rotación	Máquina para paletizar y dos personas para jalar el tanque

19. ANEXO VI

TABLA 12. Resultados de cuestionario de vigilancia de la salud									
LÍNEA	ACTIVIDAD	EDAD años	ANTIG meses	SINTOMAS	AREA DE INCOMODIDAD DE FRENTE	ESCALA DE VALORACION Derecha/izquierda	AREA DE INCOMODIDAD DETRAS	ESCALA DE VALORACION Derecha/izquierda	AREA DE LA MANO QUE MOLESTA
20	ESTIBA Y SURTE	21	1	-	-	-	-	-	-
21	ESTIBA Y SURTE	22	12	Dolor	-	-	Espalda alta	5	-
23	ESTIBA Y SURTE	20	1	Dolor	Pierna baja	2/2	Tobillo/pie	2/2	-
24	ESTIBA Y SURTE	24	6	Dolor e hinchazón	Pierna baja Tobillo/pie	6/6 6/6	Espalda baja	4	-
30	SURTE	19	1	-	-	-	-	-	-
30	ESTIBA	19	1	-	-	-	-	-	-
31	ESTIBA Y SURTE	19	5	Dolor	Mano/muñeca izquierda y derecha	3/3	-	-	Mano derecha entre dedo pulgar y dedo índice.
33	ESTIBA	20	1	-	-	-	-	-	-
33	SURTE	31	3.5	Dolor	Mano/muñeca Tobillo/pie	5/5 5/5	-	-	Dedos de ambas manos
40	ESTIBA Y SURTE	27	1	Dolor	Mano/muñeca Tobillo/pie	2/2 2/2	Espalda baja	2	Dedos en cara palmar mano derecha

42	ESTIBA SURTE	Y	24	1-12	Dolor, calambres, entumecimiento	Mano/muñeca Cuello	6/6 2/2	Tobillo/pie Espalda baja	6/6 8/8	Dedos cara anterior y posterior ambas manos
51	ESTIBA		28	1-12	-	-	-	Espalda baja	4/4	-
51	SURTE		33	1-12	-	-	-	-	-	-
60	ESTIBA		20	2	-	-	-	-	-	-
60	SURTE		20	2	-	-	-	-	-	-
62	ESTIBA SURTE	Y	37	3	-	Espalda	-	Tobillo/pie Espalda baja	2/2 1/1	-
62b	ESTIBA SURTE	Y	25	1-12	-	-	-	Espalda baja	2/2	-
64	ESTIBA SURTE	Y	18	5	Dolor	Tobillo/pie	4/4	Espalda baja	3	-
65	ESTIBA		45	7	Dolor	Tobillo/pie	2/2	-	-	-
65	SURTE		33	6	-	-	-	-	-	-
70	ESTIBA		19	1-12	Dolor	Cuello	4/4	Tobillo	3/3	-
70	SURTE		19	1-12	Dolor	-	-	Tobillo	2/2	-
71	ESTIBA SURTE	Y	28	1-5 años	Dolor, calambres	Mano/muñeca	5/5	Rodilla izquierda Tobillo/pie Espalda baja	5 8/8 8	Mano y muñeca anterior y posterior

20. ANEXO VII BASE DE DATOS

DESCRIPCION DE TAREA	PESO DE CARGA	LOCALIZACION DE LA MANO					ANGULO DE ASIMETRIA		FREC DE LEVANTE	FACTOR DE FREC	DURACION	ACOPLAM	FACTOR DE ACOPLAM	RESULTADOS	
		HORIZ	VERTIC	HORIZ	VERTIC	DISTANCIA VERTICAL	ORIGEN	DESTINO						RWL	LI
L-62 estiba	12.8 kg	25cm	79cm	38cm	26cm	53cm	45°	0°	0.06	0.85	8hrs	pobre	0.9	13.467	0.95
	12.8	25	79	38	55	24	45	0	0.06	0.85	8	pobre	0.9	14.999	0.853
	12.8	25	79	63	86	7	45	0	0.06	0.85	8	pobre	0.9	21.77	0.588
	12.8	25	79	44	110	31	45	0	0.06	0.85	8	pobre	0.9	14.36	0.891
surtir	3.4	50	150	56	208	58	45	0	0.06	0.85	8	regular	1	6.478	0.525
L- 51 estiba	5.3	39	98	38	43	55	50	0	c/10 min	0.75	8	regular	1	8.639	0.613
	5.3	39	98	22	55	43	50	60	c/10 min	0.75	8	regular	1	7.999	0.663
	5.3	39	98	24	73	25	50	60	c/10 min	0.75	8	regular	1	8.647	0.613
	5.3	39	98	16	95	3	50	60	0.8	0.75	8	regular	1	20.062	0.264
	5.3	39	98	12	99	1	50	60	0.8	0.75	8	regular	1	46.003	0.115
	5.3	39	98	49	63	35	60	60	0.8	0.75	8	regular	1	7.894	0.671
surte producto	15	32	33	54	111	78	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	9.821	1.527
	11	26	52	36	89	37	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	13.826	0.796
	11	45	27	36	89	62	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	6.965	1.579
	11	41	35	36	89	54	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	7.93	1.387
	11	32	60	36	89	29	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	11.917	0.923
	11	32	76	36	89	13	0	10	0.8	0.75	8	regular	1	15.662	0.702
	11	29	89	36	89	0	0	10	0.8	0.75	8	regular	1	11.681	0.942
	18	27	39	36	89	50	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	12.318	1.461
	18	56	83	36	89	6	0	10	0.8	0.75	8	regular	1	11.789	1.527
	18	56	116	36	89	27	0	10	0.8	0.75	8	regular	1	6.659	2.703
	13	65	35	36	89	54	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	5.014	2.593
	13	65	60	36	89	29	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	5.875	2.213
	13	65	85	36	89	4	0	10	0.8	0.75	8	regular	1	12.529	1.038
	13	65	108	36	89	19	0	10	0.8	0.75	8	regular	1	6.325	2.055
	6	23	21	36	89	68	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	13.226	0.378

	6	23	37	36	89	52	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	14.283	0.35
	6	23	57	36	89	32	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	16.194	0.309
Estiba	20	42	35	35	76	41	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	7.971	2.509
	20	42	35	35	52	17	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	9.309	2.148
	20	42	35	35	23	12	0	10	0.8	0.75	8	regular	0.95	10.254	1.95
L-33 surte guante	7.5	49	30	27	87	57	0	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	7.366	1.018
	7.5	44	42	27	87	45	0	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	8.744	0.858
	7.5	44	57	27	87	30	0	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	9.68	0.775
	7.5	46	75	27	87	12	0	0	c/5min	0.85	8	regular	1	12.686	0.591
	7.5	46	92	27	87	5	0	0	c/5min	0.85	8	regular	1	17.328	0.433
	7.5	46	103	27	87	16	0	0	c/5min	0.85	8	regular	1	10.706	0.701
	7.5	46	114	27	87	27	0	0	c/5min	0.85	8	regular	1	9.252	0.811
	7.5	46	127	27	87	40	0	0	c/5min	0.85	8	regular	1	8.359	0.897
surte tratamiento	10	66	23	27	87	64	0	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	5.287	1.891
	10	66	39	27	87	48	0	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	5.739	1.742
	10	66	53	27	87	34	0	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	6.259	1.598
	10	66	72	27	87	15	0	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	7.813	1.279
	10	67	91	27	87	4	0	0	c/5min	0.85	8	regular	1	13.502	0.741
	10	67	111	27	87	24	0	0	c/5min	0.85	8	regular	1	6.557	1.525
surte sachet	17.3	38	26	27	87	61	0	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	9.319	1.856
	17.3	38	41	27	87	46	0	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	10.074	1.717
	17.3	38	59	27	87	28	0	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	11.413	1.516
	17.3	38	76	27	87	11	0	0	c/5min	0.85	8	regular	1	15.762	1.098
	17.3	38	102	27	87	15	0	0	c/5min	0.85	8	regular	1	13.241	1.307
	17.3	38	118	27	87	31	0	0	c/5min	0.85	8	regular	1	10.812	1.6
surte tubo	0.005	25	54	20	220	116	45	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	12.796	0.004
	0.005	25	42	20	220	178	45	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	12.104	0.004
	0.005	25	55	20	220	165	45	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	10.909	0.005
	0.005	25	67	20	220	153	45	0	c/5min	0.85	8	regular	0.95	10.339	0.005
	0.005	25	85	20	220	135	45	0	c/5min	0.85	8	regular	1	13.847	0.004
	0.005	25	97	20	220	123	45	0	c/5min	0.85	8	regular	1	13.395	0.004
	0.005	25	110	20	220	110	45	0	c/5min	0.85	8	regular	1	12.896	0.004
	0.005	25	118	20	220	102	45	0	c/5min	0.85	8	regular	1	12.594	0.004

L-33 estiba	3	38	89	40	35	54	50	0	0.2	0.85	8	pobre	0.9	8.413	0.357
	3	38	89	20	43	46	50	0	0.2	0.85	8	pobre	0.9	8.551	0.351
	3	38	89	20	66	23	50	0	0.2	0.85	8	pobre	0.9	9.466	0.317
	3	38	89	20	83	6	50	0	0.2	0.85	8	pobre	0.9	14.627	0.205
	3	38	89	20	105	16	50	0	0.2	0.85	8	pobre	0.9	10.258	0.292
L-20 surte botella	12	35	73	42	58	15	0	65	1/hr	0.75	8	regular	0.95	12.371	0.97
	12	60	127	42	58	69	0	65	1/hr	0.75	8	regular	1	5.373	2.233
surte tapa	5	65	51	34	104	53	25	15	1/hr	0.75	8	regular	0.95	4.875	1.026
	5	53	83	34	104	21	25	15	1/hr	0.75	8	regular	1	7.559	0.661
estiba	12	36	87	86	36	51	25	15	1/hr	0.75	8	regular	1	9.64	1.245
	12	36	87	76	56	31	25	15	1/hr	0.75	8	regular	1	10.246	1.171
	12	36	87	30	60	27	25	15	1/hr	0.75	8	regular	1	10.479	1.145
	12	36	87	76	30	57	25	15	1/hr	0.75	8	regular	1	9.545	1.258
	12	36	87	90	27	60	25	15	1/hr	0.75	8	regular	1	9.502	1.263
	12	36	87	30	107	20	25	15	1/hr	0.75	8	regular	1	11.095	1.082
	12	36	87	29	123	36	25	15	1/hr	0.75	8	regular	1	10.408	1.153
	12	36	87	27	141	54	40	0	1/hr	0.75	8	regular	1	9.087	1.321
	12	36	87	54	142	55	40	0	1/hr	0.75	8	regular	1	9.077	1.322
L-24 surte botella	12	34	89	18	86	3	0	0	1.2/hr	0.85	8	regular	1	31.937	0.376
	12	40	138	18	86	52	0	0	1.2/hr	0.85	8	regular	1	8.988	1.335
estiba	0.978	34	73	28	16	57	110	45	1.2/hr	0.85	8	regular	0.95	10.552	0.093
	0.978	34	73	48	55	18	110	45	1.2/hr	0.85	8	regular	0.95	12.428	0.079
	0.978	34	73	65	101	28	110	45	1.2/hr	0.85	8	regular	0.95	11.394	0.086
	0.978	34	73	58	126	53	110	45	1.2/hr	0.85	8	regular	0.95	10.512	0.093
L-31 surte tubo	1.8	53	36	50	203	167	0	0	5.6/hr (0.09)	0.85	8	regular	0.95	10.307	0.175
	1.8	53	52	50	203	151	0	0	5.6/hr (0.09)	0.85	8	regular	0.95	6.929	0.259
	1.8	47	64	50	203	139	0	0	5.6/hr (0.09)	0.85	8	regular	0.95	8.14	0.221
	1.8	54	88	50	203	115	0	0	5.6/hr (0.09)	0.85	8	regular	1	7.472	0.241
	1.8	40	102	50	203	101	65	0	5.6/hr (0.09)	0.85	8	regular	1	7.693	0.234
	1.8	50	117	50	203	86	65	0	5.6/hr (0.09)	0.85	8	regular	1	5.9	0.305
surte estuche	2.5	39	26	38	73	47	0	45	7.5/hr (0.1)	0.85	8	regular	0.95	9.302	0.269
	2.5	40	43	38	73	30	0	45	7.5/hr (0.1)	0.85	8	regular	0.95	10.179	0.246

	2.5	39	57	38	73	16	0	45	7.5/hr (0.1)	0.85	8	regular	0.95	12.399	0.202
	2.5	49	75	38	73	2	0	45	7.5/hr (0.1)	0.85	8	regular	1	30.609	0.082
	2.5	56	97	38	73	24	0	45	7.5/hr (0.1)	0.85	8	regular	1	8.209	0.305
estiba	12	44	78	70	30	48	0	0	0.8/hr (0.01)	0.85	8	regular	1	10.058	1.193
	12	44	78	58	43	35	0	0	0.8/hr (0.01)	0.85	8	regular	1	10.443	1.149
	12	44	78	58	53	25	0	0	0.8/hr (0.01)	0.85	8	regular	1	11.004	1.091
	12	44	78	40	69	9	0	0	0.8/hr (0.01)	0.85	8	regular	1	14.526	0.826
	12	44	78	33	80	2	0	0	0.8/hr (0.01)	0.85	8	regular	1	33.784	0.355
	12	44	78	31	98	20	0	0	0.8/hr (0.01)	0.85	8	regular	1	11.499	1.044
	12	44	78	38	111	33	0	0	0.8/hr (0.01)	0.85	8	regular	1	10.52	1.141
	12	44	78	60	124	46	0	0	0.8/hr (0.01)	0.85	8	regular	1	10.102	1.188
	12	44	78	63	139	61	0	0	0.8/hr (0.01)	0.85	8	regular	1	9.838	1.219
L-65 surte tapón	0.08	50	43	30	137	94	0	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	0.95	6.944	0.012
	0.08	38	48	30	137	89	0	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	0.95	9.322	0.009
	0.08	40	70	30	137	67	0	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	0.95	9.664	0.008
	0.08	33	92	30	137	45	0	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	1	12.329	0.006
surte botella	4.425	43	114	30	137	23	0	0	1/min	0.75	8	regular	1	8.991	0.009
	4.425	30	80	30	137	57	0	0	1/min	0.75	8	regular	1	12.724	0.348
	4.425	60	115	30	137	22	0	0	1/min	0.75	8	regular	1	6.488	0.682
estiba	12	37	72	40	30	42	0	110	10/min	0	8	regular	0.95	0	0
	12	37	72	64	62	10	0	110	10/min	0	8	regular	0.95	0	0
	12	37	72	32	90	18	0	110	10/min	0	8	regular	0.95	0	0
	12	37	72	63	127	55	0	110	10/min	0	8	regular	0.95	0	0
L-64 estiba	2	40	82	32	32	50	0	45	10/min	0.13	8	regular	1	1.665	1.201
	2	40	82	40	52	30	0	45	10/min	0.13	8	regular	1	1.775	1.127
	2	40	82	40	71	11	0	0	10/min	0.13	8	regular	1	2.248	0.889
	2	40	82	38	88	6	0	0	10/min	0.13	8	regular	1	2.872	0.696
	2	40	82	34	114	32	0	25	10/min	0.13	8	regular	1	1.758	1.138
	2	40	82	26	24	58	0	25	10/min	0.13	8	regular	1	1.643	1.218
surte tubo	0.25	40	96	79	181	85	70	25	10/min	0.13	8	regular	1	1.597	0.016
	0.25	40	173	79	181	8	80	25	10/min	0.13	8	regular	1	1.825	0.014
L-23 estiba	4	12	88	36	38	50	160	110	0.87/h (0.01)	0.85	8	regular	1	17.379	0.23
	4	12	88	42	34	54	0	100	0.87/h (0.01)	0.85	8	regular	1	17.245	0.232

	4	12	88	15	33	55	0	100	0.87/h (0.01)	0.85	8	regular	1	17.226	0.232
	4	12	88	33	52	36	0	100	0.87/h (0.01)	0.85	8	regular	1	18.047	0.222
	4	12	88	60	65	23	0	100	0.87/h (0.01)	0.85	8	regular	1	19.403	0.206
	4	12	88	50	85	3	0	100	0.87/h (0.01)	0.85	8	regular	1	44.306	0.09
	4	12	88	50	93	5	0	100	0.87/h (0.01)	0.85	8	regular	1	32.848	0.122
	4	12	88	53	112	24	0	100	0.87/h (0.01)	0.85	8	regular	1	19.25	0.208
	4	12	88	61	124	36	0	100	0.87/h (0.01)	0.85	8	regular	1	18.047	0.222
	4	12	88	70	142	54	0	100	0.87/h (0.01)	0.85	8	regular	1	17.245	0.232
surte botella	0.3	20	73	40	140	67	110	110	0.6/hr (0.01)	0.85	8	regular	0.95	13.264	0.023
L-40 estiba	6	35	85	55	22	63	45	0	0.11 (54cajas/8h)	0.75	8	regular	1	9.112	0.658
	6	35	85	65	35	50	45	0	0.11 (54cajas/8h)	0.75	8	regular	1	9.306	0.645
	6	35	85	40	42	43	45	55	0.11 (54cajas/8h)	0.75	8	regular	1	9.459	0.634
	6	35	85	34	60	25	45	0	0.11 (54cajas/8h)	0.75	8	regular	1	10.227	0.587
	6	35	85	23	74	11	45	45	0.11 (54c/8h)	0.75	8	regular	1	12.569	0.477
	6	35	85	37	94	9	45	45	0.11 (54c/8h)	0.75	8	regular	1	13.499	0.444
surte tapa	5.2	50	27	40	116	31	30	55	(24/8h) 0.05	0.85	8	regular	0.95	6.886	0.755
	5.2	53	48	40	116	68	30	55	(24/8h) 0.05	0.85	8	regular	0.95	6.453	0.806
surte botella	9.8	50	70	46	166	96	80	20	(48/8h) 0.1	0.85	8	regular	0.95	5.9	1.661
	9.8	102	93	46	166	73	80	20	(48/8h) 0.1	0.85	8	regular	0.95	2.823	3.471
	9.8	138	72	46	166	94	80	20	(48/8h) 0.1	0.85	8	regular	0.95	2.151	4.556
L-21 surte botella	1.2	43	92	63	166	74	30	70	(1c/2min) 0.5	0.81	8	regular	0.95	8.181	0.147
	1.2	37	102	63	166	64	0	0	(1c/2min) 0.5	0.81	8	regular	0.95	10.101	0.119
surte tapa	9	50	124	63	166	42	20	0	(1c/2min) 0.5	0.81	8	regular	0.95	6.894	0.174
	9	63	59	43	120	61	10	0	(1c/2min) 0.5	0.81	8	regular	0.95	5.789	1.555
	9	63	93	43	120	27	10	0	(1c/2min) 0.5	0.81	8	regular	1	6.685	1.346
	9	44	122	43	120	2	0	0	(1c/2min)	0.81	8	regular	1	27.906	0.323

									0.5						
estiba	4	37	93	60	28	65	45	0	1/min	0.75	8	regular	1	8.395	0.476
	4	37	93	50	40	53	45	0	1/min	0.75	8	regular	1	8.546	0.468
	4	37	93	50	62	31	45	0	1/min	0.75	8	regular	1	9.112	0.439
	4	37	93	38	78	15	45	0	1/min	0.75	8	regular	1	10.576	0.378
	4	37	93	35	93	0	45	0	1/min	0.75	8	regular	1	7.743	0.517
	4	37	93	53	112	19	45	65	1/min	0.75	8	regular	1	9.981	0.401
	4	37	93	52	122	29	45	45	1/min	0.75	8	regular	1	9.207	0.434
	4	37	93	53	137	44	45	45	1/min	0.75	8	regular	1	8.706	0.459
L-30 surte tubo	2.1	38	28	55	192	164	0	10	(3.75/hr) 0.06	0.85	8	regular	0.95	8.891	0.236
	2.1	30	40	55	192	152	0	10	(3.75/hr) 0.06	0.85	8	regular	0.95	11.756	0.179
	2.1	36	62	55	192	130	0	10	(3.75/hr) 0.06	0.85	8	regular	0.95	10.591	0.198
	2.1	33	77	55	192	115	0	10	(3.75/hr) 0.06	0.85	8	regular	1	12.806	0.164
	2.1	40	95	55	192	97	0	10	(3.75/hr) 0.06	0.85	8	regular	1	9.947	0.211
	2.1	50	109	55	192	83	0	10	(3.75/hr) 0.06	0.85	8	regular	1	7.672	0.274
	2.1	53	124	55	192	68	0	10	(3.75/hr) 0.06	0.85	8	regular	1	6.974	0.301
	2.1	52	135	55	192	57	0	10	(3.75/hr) 0.06	0.85	8	regular	1	6.932	0.303
	2.1	55	150	55	192	42	0	10	(3.75/hr) 0.06	0.85	8	regular	1	6.391	0.329
surte estuche	0.05	64	92	40	130	38	0	78	(160/8hr) 0.3	0.81	8	regular	1	6.484	0.008
estiba	2	30	74	44	20	54	0	20	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.95	13.928	0.144
	2	30	74	43	40	34	0	20	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.95	14.684	0.136
	2	30	74	43	55	19	0	20	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.95	16.304	0.123
	2	30	74	26	72	2	0	20	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.95	47.353	0.042
	2	30	74	36	88	14	0	20	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.95	17.599	0.114
	2	30	74	42	107	33	0	20	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.95	14.746	0.136
L-60 estiba	3.84	57	87	60	20	67	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	5.929	0.648
	3.84	57	87	53	30	57	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	6.009	0.639

	3.84	57	87	45	40	47	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	6.122	0.627
	3.84	57	87	42	47	40	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	6.234	0.616
	3.84	57	87	56	52	35	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	6.341	0.606
	3.84	57	87	38	57	30	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	6.484	0.561
	3.84	57	87	42	65	22	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	6.849	0.561
	3.84	57	87	35	72	15	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	7.487	0.513
	3.84	57	87	37	77	10	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	8.489	0.452
	3.84	57	87	43	83	4	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	13.002	0.295
	3.84	57	87	42	88	1	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	35.564	0.108
	3.84	57	87	38	99	12	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	7.989	0.481
	3.84	57	87	35	104	17	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	7.251	0.529
	3.84	57	87	32	112	25	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	6.685	0.574
	3.84	36	10	32	115	28	60	75	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	1	6.556	0.586
surte tarro	8.4	36	10	32	112	102	50	40	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.9	7.134	1.177
	8.4	42	38	32	112	74	45	40	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.9	6.987	1.202
	8.4	50	64	32	112	48	50	40	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.9	6.531	1.286
	8.4	36	102	32	112	10	35	40	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.9	12.656	0.664
	8.4	53	126	32	112	14	20	40	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.9	7.512	1.118
surte tapa	15.9	42	20	57	110	90	45	40	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.9	6.51	2.442
	15.9	47	55	57	110	55	45	40	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.9	6.794	2.34
	15.9	68	80	57	110	30	45	40	(50/8hr) 0.1	0.85	8	regular	0.9	5.296	3.002
L-42 estiba	7.2	40	90	60	38	52	25	60	(1c/5min) 0.2	0.85	8	regular	0.9	8.763	0.822
	7.2	40	90	52	52	38	25	60	(1c/5min) 0.2	0.85	8	regular	0.9	9.063	0.794
	7.2	40	90	46	70	20	25	60	(1c/5min) 0.2	0.85	8	regular	0.9	10.097	0.713
	7.2	40	90	42	84	6	25	60	(1c/5min) 0.2	0.85	8	regular	0.9	15.169	0.475
	7.2	40	90	47	102	12	25	60	(1c/5min) 0.2	0.85	8	regular	0.9	11.546	0.624
	7.2	40	90	50	123	33	25	60	(1c/5min) 0.2	0.85	8	regular	0.9	9.237	0.779
surte botella	2	44	62	34	96	34	0	80	0.01	0.85	8	regular	0.95	9.651	0.207
	2	36	106	34	96	10	60	80	0.01	0.85	8	regular	1	12.628	0.158
	2	42	145	34	96	49	40	80	0.01	0.85	8	regular	1	7.308	0.274

surte tapa	10.4	42	38	40	132	94	0	75	0.01	0.85	8	regular	0.95	8.527	1.219
	10.4	43	63	40	132	69	0	75	0.01	0.85	8	regular	0.95	9.206	1.129
	10.4	37	105	40	132	27	0	75	0.01	0.85	8	regular	1	11.87	0.876
	10.4	40	135	40	132	3	0	75	0.01	0.85	8	regular	1	23.245	0.447
L-62b estiba	14	46	86	30	33	53	150	60	0.01	0.85	8	regular	1	4.831	2.898
	14	46	86	40	50	36	150	60	0.01	0.85	8	regular	1	5.044	2.776
	14	46	86	33	68	18	150	60	0.01	0.85	8	regular	1	5.712	2.451
	14	46	86	30	90	4	150	60	0.01	0.85	8	regular	1	10.382	1.348
	14	46	86	36	110	24	150	60	0.01	0.85	8	regular	1	1.004	13.944
	14	46	86	33	115	29	150	60	0.01	0.85	8	regular	1	5.204	2.69
surte botella	6.6	51	71	30	230	159	60	55	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	0.95	6.161	1.071
	6.6	53	91	30	230	139	60	55	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	1	6.048	1.091
	6.6	37	110	30	230	120	60	55	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	1	8.2	0.805
	6.6	40	150	30	230	80	60	55	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	1	6.7	0.985
surte tapa	11	38	50	40	120	70	70	90	(c/3hr) 0.005	0.85	8	regular	0.95	7.754	1.419
	11	48	72	40	120	48	25	90	(c/3hr) 0.005	0.85	8	regular	0.95	8.063	1.364
	11	36	102	40	120	18	25	90	(c/3hr) 0.005	0.85	8	regular	1	12.274	0.896
	11	35	133	40	120	13	25	90	(c/3hr) 0.005	0.85	8	regular	1	12.368	0.889
L-71 surte y estiba	3.5	52	25	50	98	73	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	0.95	6.697	0.523
	3.5	49	48	50	98	50	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	0.95	7.921	0.442
	3.5	36	74	50	98	24	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	0.95	12.953	0.27
	3.5	32	95	50	98	3	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	1	33.298	0.105
	3.5	30	116	50	98	18	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	1	15.282	0.229
L-70 estiba	5	30	90	36	33	57	80	0	0.5	0.81	8	regular	1	9.913	0.504
	5	30	90	40	46	44	80	0	0.5	0.81	8	regular	1	10.166	0.492
	5	30	90	27	63	27	80	0	0.5	0.81	8	regular	1	10.883	0.459
	5	30	90	32	83	7	80	0	0.5	0.81	8	regular	1	16.132	0.309

	5	30	90	32	98	8	80	0	0.5	0.81	8	regular	1	15.249	0.328
surte estuche	4	46	30	32	87	57	80	0	(c/30min) 0.03	0.85	8	regular	0.95	5.835	0.686
	4	52	52	32	87	35	80	0	(c/30min) 0.03	0.85	8	regular	0.95	5.872	0.681
	4	31	82	32	87	5	80	0	(c/30min) 0.03	0.85	8	regular	1	19.741	0.203
	4	32	108	32	87	21	80	0	(c/30min) 0.03	0.85	8	regular	1	10.583	0.378
	4	45	140	32	87	53	80	0	(c/30min) 0.03	0.85	8	regular	1	5.892	0.679
surte cepillo	1	53	25	32	87	62	80	0	(c/20min) 0.05	0.85	8	regular	0.95	4.951	0.202
	1	50	38	32	87	49	80	0	(c/20min) 0.05	0.85	8	regular	0.95	5.602	0.179
	1	30	70	32	87	17	80	0	(c/20min) 0.05	0.85	8	regular	0.95	12.301	0.081
	1	28	87	32	87	0	80	0	(c/20min) 0.05	0.85	8	regular	1	10.267	0.097
surte sachet	3	53	10	32	87	77	80	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	0.95	4.393	0.683
	3	46	20	32	87	67	80	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	0.95	5.296	0.566
	3	50	37	32	87	50	80	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	0.95	5.308	0.565
	3	40	55	32	87	32	80	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	0.95	7.434	0.404
	3	30	76	32	87	11	80	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	1	14.147	0.212
	3	24	86	32	87	1	80	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	1	27.164	0.11
	3	30	102	32	87	15	80	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	1	11.884	0.252
	3	30	122	32	87	35	80	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	1	9.412	0.319
	3	29	135	32	87	48	80	0	(c/3min) 0.3	0.81	8	regular	1	8.955	0.335
surte tratamiento	1	55	24	32	87	63	80	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	0.95	4.521	0.221
	1	50	42	32	87	45	80	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	0.95	5.457	0.183
	1	50	54	32	87	33	80	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	0.95	5.898	0.169
	1	34	74	32	87	13	80	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	0.95	11.251	0.089
	1	32	90	32	87	3	80	0	(c/10min)	0.85	8	regular	1	23.984	0.042

									0.1						
	1	34	103	32	87	16	80	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	1	10.274	0.097
	1	35	120	32	87	33	80	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	1	8.184	0.122
	1	40	138	32	87	51	80	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	1	6.379	0.157
L-70 surte developer	5	60	24	32	87	63	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	0.95	5.844	0.856
	5	53	48	32	87	39	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	0.95	7.533	0.664
	5	50	52	32	87	35	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	0.95	8.205	0.609
	5	28	74	32	87	13	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	0.95	19.28	0.26
	5	38	97	32	87	10	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	1	15.259	0.328
	5	28	104	32	87	17	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	1	17.294	0.289
	5	34	128	32	87	41	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	1	11.227	0.445
	5	35	140	32	87	53	0	0	(c/10min) 0.1	0.85	8	regular	1	10.169	0.492
surte charolas	0.6	52	24	32	87	63	0	0	(c/20min) 0.05	0.85	8	regular	0.95	6.742	0.089
	0.6	42	48	32	87	39	0	0	(c/20min) 0.05	0.85	8	regular	0.95	9.495	0.063
	0.6	28	78	32	87	9	0	0	(c/20min) 0.05	0.85	8	regular	1	22.837	0.026
	0.6	35	107	32	87	20	0	0	(c/20min) 0.05	0.85	8	regular	1	13.187	0.045
surte instructivo	1	43	30	32	87	57	0	0	(c/40min) 0.03	0.85	8	regular	0.95	8.391	0.119
	1	24	50	32	87	37	0	0	(c/40min) 0.03	0.85	8	regular	0.95	16.863	0.059
	1	25	80	32	87	7	0	0	(c/40min) 0.03	0.85	8	regular	1	28.173	0.035
	1	34	110	32	87	23	0	0	(c/40min) 0.03	0.85	8	regular	1	13.066	0.077

surte guantes	1	61	23	32	87	64	0	0	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	0.95	5.706	0.175
	1	50	36	32	87	51	0	0	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	0.95	7.445	0.134
	1	50	47	32	87	40	0	0	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	0.95	7.936	0.126
	1	34	72	32	87	15	0	0	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	0.95	15.151	0.066
	1	34	88	32	87	1	0	0	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	1	76.463	0.013
	1	30	94	32	87	7	0	0	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	1	22.467	0.045
	1	33	110	32	87	23	0	0	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	1	13.457	0.074
	1	32	128	32	87	41	0	0	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	1	11.929	0.084
surte bolsa	0.8	50	29	32	87	58	0	0	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	0.95	7.188	0.111
	0.8	42	63	32	87	25	0	0	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	0.95	10.738	0.075
	0.8	33	92	32	87	5	0	0	(c/15min) 0.06	0.85	8	regular	1	24.189	0.033

BIBLIOGRAFIA

¹ www.niosh.org.mx

² Instituto Mexicano del Seguro Social. Salud en el Trabajo. IMSS (México, D.F.) 2003 Agosto; 34 (6): 1-3.

³ Vasconcelos R, Castellanos J. Medicina del Trabajo y Ergonomía. La medicina del hombre en su totalidad. México: Trillas; 1980.

⁴ Mondelo P. Ergonomía y Fundamentos 1. Barcelona: Ediciones UPC; 1994.

⁵ Vasconcelos R, Castellanos J. Medicina del Trabajo y Ergonomía. La medicina del hombre en su totalidad. México: Trillas; 1980.

⁶ www.niosh.org.mx

⁷ Mondelo P, Gregori E, Blasco J y Barrau P. Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo. 2ª ed. México: Ediciones UPC Alfaomega; 2001.

⁸ Mondelo P, Gregori E, Blasco J y Barrau P. Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo. 2ª ed. México: Ediciones UPC Alfaomega; 2001.

⁹ www.niosh.org.mx

¹⁰ Cole A and Herring S. Low Back Pain. Handbook. 2nd edition. Philadelphia; Hanley and Belfus, INC/Philadelphia; 2003. 584 pp.

¹¹ Munuera L. Introducción a la traumatología y cirugía ortopédica. España: McGraw Hill interamericana; 1996.

¹² Origel López de Cárdenas E. Estudio ergonómico de posturas y manejo manual de cargas de un puesto de trabajo en una empresa embotelladora de refrescos en la ciudad de México. [Tesis Especialización]. México: Facultad de Medicina Estudios de Posgrado e Investigación, UNAM, IMSS; 2004.

¹³ Ortiz Ramírez F. La Ergonomía y su aplicación a la productividad en la industria mexicana. [Tesis Licenciatura]. México: Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón, UNAM; 2003.

¹⁴ Norma Oficial Mexicana NOM-006-STPS-2000, Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones y procedimientos de seguridad.

¹⁵ Cole A and Herring S. Low Back Pain. Handbook. 2nd edition. Philadelphia; Hanley and Belfus, INC/Philadelphia; 2003. 584 pp.

¹⁶ Maciá G. Patología de la columna vertebral. Aspectos laborales y médico legales. Argentina: Universidad; 2000. 178pp.

¹⁷ Ibidem.

¹⁸ Instituto Mexicano del Seguro Social. Salud en el Trabajo. IMSS (México, D.F.) 2003 Agosto; 34 (6): 1-3.

¹⁹ Instituto Mexicano del Seguro Social. Esguince Lumbar por Accidente de Trabajo en la Industria Química y Trabajadores en General Afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social 1995-1997. Informe Epidemiológico. Revista Mexicana de Ortopedia y Traumatología. IMSS (México, D.F.) 2000 Enero – Febrero; 14 (1).

²⁰ Instituto Mexicano del Seguro Social. Salud en el Trabajo. IMSS (México, D.F.) 2001 Abril; 20 (4): 1-2.

²¹ Battevi N, Menoni O, Ricci MG, Cairoli S. MAPO index for risk assessment of patient manual handling in hospital wards: a validation study. Ergonomics. (Italia) 2006 Jun 10; 49(7):671-87.

²² Chen YL. Can Chinese MAWL be used for designing manual handling tasks? AIHA J (Fairfax, Va). (Taiwan) 2003 Jan-Feb; 64(1):117-20.

²³ Hidalgo J, Genaidy A, Karwowski W, Christensen D, Huston R, Stambough J. A comprehensive lifting model: beyond the NIOSH lifting equation. Ergonomics. (USA) 1997 Sep; 40(9):916-27.

- ²⁴ Chen J, Yang L. Maximum acceptable weight of lift for manual lifting tasks. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. (China) 2006 Apr; 24(4):194-7.
- ²⁵ Jorgensen MJ, Davis KG, Kirking BC, Lewis KE, Marras WS. Significance of biomechanical and physiological variables during the determination of maximum acceptable weight of lift. *Ergonomics*. (USA) 1999 Sep; 42(9):1216-32.
- ²⁶ Marras WS, Lavender SA, Leurgans SE, Fathallah FA, Ferguson SA, Allread WG, Rajulu SL. Biomechanical risk factors for occupationally related low back disorders. *Ergonomics*. (USA) 1995 Feb; 38(2):377-410.
- ²⁷ Marras WS, Allread WG, Burr DL, Fathallah FA. Prospective validation of a low-back disorder risk model and assessment of ergonomic interventions associated with manual materials handling tasks. *Ergonomics*. (USA) 2000 Nov; 43(11):1866-86.
- ²⁸ Colombini D, Cianci E, Panciera D, Martinelli M, Venturi E, Giammartini P, Ricci MG, Menoni O, Battevi N. Acute lumbago due to the manual lifting of patients in wards: prevalence and incidence data. *Med Lav*. (Italia) 1999 Mar-Apr; 90(2):229-43.
- ²⁹ Monti M, De Luca P, Battaglieri M, Campisi A. The assessment of exposure to the risk of the manual lifting of patients. The results of a clinical study in a geriatric institute of Milan. *Med Lav*. (Italia) 1999 Mar-Apr; 90(2):308-16.
- ³⁰ Wu SP. Maximum acceptable weight of lift by Chinese experienced male manual handlers. *Appl Ergon*. (China) 1997 Aug; 28(4):237-44.
- ³¹ Marras WS, Fine LJ, Ferguson SA, Waters TR. The effectiveness of commonly used lifting assessment methods to identify industrial jobs associated with elevated risk of low-back disorders. *Ergonomics*. (USA) 1999 Jan; 42(1):229-45.
- ³² Waters TR, Putz-Anderson V, Baron S. Methods for assessing the physical demands of manual lifting: a review and case study from warehousing. *Am Ind Hyg Assoc J*. (USA) 1998 Dec; 59(12):871-81.
- ³³ Lee YH, Chen YL. An isoinertial predictor for maximal acceptable lifting weights of Chinese male subjects. *Am Ind Hyg Assoc J*. (Taiwan) 1996 May; 57(5):456-63.
- ³⁴ Chen J, Yang L. Maximum acceptable weight of lift for manual lifting tasks. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. (China) 2006 Apr; 24(4):194-7.