

**EVALUACIÓN DE RIESGOS POR LESIONES MÚSCULO ESQUELÉTICAS
PARA LOS PUESTOS DE TRABAJO DE LA EMPRESA VITELSA S.A**

KARENT JULIETH BAEZ ORTEGA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2014**

**EVALUACIÓN DE RIESGOS POR LESIONES MÚSCULO ESQUELETICAS
PARA LOS PUESTOS DE TRABAJO DE LA EMPRESA VITELSA S.A**

KARENT JULIETH BAEZ ORTEGA

**Proyecto de grado presentado como requisito
para optar al título de Ingeniera Industrial**

**Director:
NÉSTOR RAÚL ORTIZ
Mg. Ingeniería de Sistemas**

**Tutor:
LILIANA ANDREA VEGA
Ingeniera industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2014

DEDICATORIA

Al creador de todo y todo poderoso DIOS, por haberme permitido vivir esta etapa y culminarla satisfactoriamente, por alinear mis caminos y no dejarme derrumbar en momentos de incertidumbre.

A mis padres, LUIS ALBERTO BAEZ CARDENAS Y GLADYS ELENA ORTEGA ROMERO quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento y brindándome las mejores cosas para poder ser quien soy.

A mis hermanos OSCAR ANDRES BAEZ ORTEGA Y BRYAN ALBERTO BAEZ ORTEGA quienes con su apoyo incondicional, desde la distancia me dieron fuerza para culminar mi sueño.

A mi novio DAVID PRADA PEREZ mil gracias por estar en los momentos más difíciles y sobre todo porque aun puedo compartir contigo los mejores, a pesar de que en ocasiones mi prioridad eran mis asuntos académicos tu siempre fuiste paciente y me apoyaste en todo momento.

A mis amigos, en especial Andrés y cristina quienes hicieron parte de esta etapa, y se convirtieron en cómplices de aventuras y compañía en momentos de soledad y felicidad.

Karent Julieth Baez Ortega

AGRADECIMIENTOS

Al DIRECTOR de este proyecto NESTOR RAUL ORTIZ. Por todo su apoyo y quien oriento el desarrollo de este y guió el final de esta etapa de aprendizaje.

Agradezco especialmente al gerente general LUIS FERNANDO LUNA y a la ingeniera LILIANA ANDREA VEGA, por su apoyo al permitirme desarrollar este proyecto y por brindarme la información necesaria para este.

A cada uno de los trabajadores de la empresa VITELSA S.A por su colaboración prestada durante este año y por su disposición en aceptar cambios dentro de sus puestos de trabajo.

Agradezco a la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER por brindarme la oportunidad de estar en sus establecimientos y a cada uno de los profesores que hicieron parte de mi formación, los cuales nos brindan su mejor esfuerzo para poder formar profesionales competitivos en nuestro país.

Y a todos los que de manera directa o indirecta que fueron participes de este proceso y de este proyecto.

Totalmente agradecida.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	19
2. OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GENERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2.3 ALCANCE	21
3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	22
3.1 MARCO DE ANTECEDENTES	22
3.2 MARCO TEÓRICO	25
3.2.1 Lesiones musculo esqueléticas	25
3.2.1 Características físicas	28
3.2.1.1 Manipulación manual de cargas	28
3.2.1.2 Movimientos repetitivos	29
3.2.1.3 Posturas forzadas	29
3.2.1.4 Enfermedades más frecuentes por lesiones musculo esqueléticas	31
3.2.1.4.1 Síndrome del túnel carpiano	31
3.2.1.4.2 Lumbalgia	31
3.2.1.4.3 Codo de tenista o epicondilitis	32
3.2.1.4.4 Hernias discales	32
3.2.2 Métodos evaluación ergonómica	33
3.2.2.1 Método OCRA	36
3.2.2.2 Método REBA	37
3.2.2.3 Ecuación de Niosh	38
4. GENERALIDADES	40
4.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	40
4.1.1 Reseña histórica	40
4.1.2 Estructura general de la organización	41

4.1.2.1 Misión	41
4.1.2.2 Visión	41
4.1.2.3 Políticas de calidad	41
4.1.2.4 Objetivos de calidad	42
4.1.2.5 Organigrama	43
4.1.2.6 Mapa de procesos	44
4.1.2.7 Localización empresa VITELSA S.A	45
4.2 GENERALIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO DE VIDRIO TEMPLADO	46
4.2.1 Recursos de producción	46
4.2.1.1 Número de empleados	46
4.2.1.2 Número y tipo de máquinas utilizadas	47
4.3 DESCRIPCIÓN PROCESO DE PRODUCCIÓN	49
4.3.1 Diagrama de flujo	53
4.3.1.1 Diagrama de recorrido actual empresa Vitelsa S.A	55
5. APLICACIÓN DE MÉTODOS ERGONÓMICOS	56
5.1 SELECCIÓN DEL CARGO	56
5.2 TRABAJO DE CAMPO	57
5.3 SELECCIÓN METODOLOGIA DE EVALIACIÓN	58
5.3.1 Mesa de corte automática	59
5.3.1.1 Descripción de la tarea y del puesto	59
5.3.1.2 Evaluación de puesto de trabajo	61
5.3.1.3 Análisis índice OCRA	62
5.3.2 Rectilínea (pulido) y lavado	63
5.3.2.1 Descripción de la tarea	64
5.3.2.2 Evaluación del puesto de trabajo	65
5.3.3 Índice de levantamiento	67
5.3.2.3 Análisis ecuación de Niosh	67
5.3.3 Maquinado	68
5.3.3.1 Descripción de la tarea	68

5.3.3.2 Evaluación del puesto de trabajo	69
5.3.3.3 Análisis de método REBA	70
5.3.4 Temple	71
5.3.4.1 Descripción del puesto	71
5.3.4.2 Evaluación ecuación Niosh	72
5.3.4.3 Análisis de la ecuación de Niosh	74
5.4 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO	74
6. RECOMENDACIONES DE REDISEÑO	75
6.1 RECOMENDACIONES PARA LOS PUESTOS DE TRABAJO INTERVENIDOS	75
6.1.1 Puesto: Mesa de Corte	76
6.1.2 Puesto: rectilínea (pulido) y lavado	78
6.1.3 Maquinado	80
6.1.4 Puesto: Temple	83
7. ANÁLISIS DEL IMPACTO Y DE LOS COSTOS ASOCIADOS A LAS PROPUESTAS PLANTEADAS	84
7.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS PROPUESTAS PLANTEADAS	84
7.1.1 Costos Incurridos	84
7.1.2 Ingresos Generados	85
7.1.3 Tasa interna de retorno	87
7.1.4 Propuestas	87
7.2 ESTIMACIÓN DEL IMPACTO QUE TENDRA EL PROYECTO	89
8. CONCLUSIONES	91
9. RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	100

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Manipulación manual de cargas	28
Ilustración 2. Movimientos repetitivos	29
Ilustración 3. Planos de referencia del cuerpo	30
Ilustración 4. Posturas forzadas	30
Ilustración 5. Síndrome del túnel carpiano	31
Ilustración 6. Lumbalgia	32
Ilustración 7. Organigrama	43
Ilustración 8. Mapa de procesos	44
Ilustración 9. Localización a nivel nacional	45
Ilustración 10. Proceso de manufactura	50
Ilustración 11. Ficha con información	51
Ilustración 12. Diagrama de flujo	54
Ilustración 13. Recorrido fabricación de vidrio	55
Ilustración 14. Mesa de corte	59
Ilustración 15. Máquina de corte automático	60
Ilustración 16. Nivel de riesgo	63
Ilustración 17. Lámina de vidrio	64
Ilustración 18. Marcado manual	68
Ilustración 19. Niveles de riesgo y acción	71
Ilustración 20. Rediseño mesa de corte	78
Ilustración 21. Elevadoras automáticas	79
Ilustración 22. Ventosas manuales	80
Ilustración 23. Mesa elevadora y giratoria	82
Ilustración 24. Juego de herramientas	83
Ilustración 25. Robot industrial Ks-400	83
Ilustración 26. Ingresos y gastos propuesta 1	88
Ilustración 27. Ingresos y gastos propuesta 2	89

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cumplimiento de objetivos	16
Tabla 2. Personal área operativa	46
Tabla 3. Total de acciones técnicas realizadas en el turno	61
Tabla 4. Resultados obtenidos en cada extremidad	61
Tabla 5. Resultados acciones recomendadas	62
Tabla 6. Resultados índice OCRA.	62
Tabla 7. Resultados nivel de riesgo	63
Tabla 8. Levantamientos por minuto	65
Tabla 9. Resultados de la tarea	66
Tabla 10. Resultados de límite de peso recomendado	66
Tabla 11. Puntuación para cada uno de los grupos	69
Tabla 12. Resultados finales	70
Tabla 13. Resultados método REBA	71
Tabla 14. Levantamientos por minuto.	73
Tabla 15. Resultados	73
Tabla 16. Resultados límite de peso recomendado	73
Tabla 17. Recomendaciones mesa de corte	76
Tabla 18. Recomendaciones rectilínea y pulido	78
Tabla 19. Recomendaciones marcadas	80
Tabla 20. Recomendaciones temple	83
Tabla 21. Costos ventosas automaticas	85
Tabla 22. Costos ventosas manuales	85
Tabla 23. Ingresos propuesta 1. Ventosas automáticas	86
Tabla 24. Ingresos segunda propuesta. Ventosas manuales	86
Tabla 25. Análisis TIR vs Tasa de descuento	87
Tabla 26. Análisis ingresos y gastos propuesta 1	88
Tabla 27. Análisis ingresos y gastos propuesta 2	89

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Métodos manipulación manual de cargas	34
Cuadro 2. Métodos posturas forzadas	35
Cuadro 3. Métodos movimientos repetitivos	36
Cuadro 4. Objetivos de calidad	42
Cuadro 5. Máquinas empleadas en el proceso de vidrio templado	47
Cuadro 5. Máquinas empleadas en el proceso de vidrio templado	48
Cuadro 6. Imágenes maquinaria	48
Cuadro 6. Imágenes maquinaria	49
Cuadro 7. Puesto alisado y tipo de riesgo evaluado	57
Cuadro 8. Máquina rectilínea y lavadora	65
Cuadro 9. Nivel de riesgo	67
Cuadro 10. Resultados ecuación de NIOSH	68
Cuadro 11. Máquinas y herramientas	69
Cuadro 12. Máquina y herramientas temple	72
Cuadro 13. Resultados ecuación NIOSH	74

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Ubicación Planta Vitelsa S.A. Bucarmanga	101
Anexo B. Descripción del proceso productivo y actividades	103
Anexo C. Método OCRA	112
Anexo D. Método REBA	128
Anexo D. Método REBA	129
Anexo E. Ecuación de NIOSH	145
Anexo F. Rediseño de la planta Vitelsa S.A.	157

RESUMEN

TÍTULO: EVALUACIÓN DE RIESGOS POR LESIONES MÚSCULO ESQUELETICAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DE LA EMPRESA VITELSA S.A BUCARAMANGA*.

AUTORES:

Karent Julieth Baez Ortega**

PALABRAS CLAVE: Ergonomía, posturas, rediseño, manipulación de carga, posturas forzadas, movimientos repetitivos, vidrio templado, métodos, riegos.

DESCRIPCIÓN

La industria de vidrio templado a nivel nacional es un sector en crecimiento, que necesita desarrollar ventajas competitivas como la optimización de sus procedimientos a través de mejoras en la sincronización del flujo de producción, desplegando una logística integrada que permita la articulación de cadena de valor y la orientación al cliente. VITELSA S.A, ha demostrado un crecimiento positivo, acompañado de actividades que le han permitido alcanzar posiciones privilegiadas dentro de la industria.

En el presente documento se muestra una evaluación de riesgos por lesiones musculo esqueléticas que afectan la salud del trabajador, la empresa VITELSA S.A vela por la salud de sus trabajadores, teniendo en cuenta los riesgos de salud que se pueden presentar por manipulaciones de carga, posturas forzadas y movimientos repetitivos; la empresa decide realizar el estudio diagrama y así poder obtener los rediseños de los puestos de trabajo mayormente afectados.

Teniendo en cuenta que existe un gran número de métodos de valoración ergonómica, se hizo necesario realizar una investigación de literatura de las diferentes alternativas a través del cual se decidió trabajar con los métodos más sobresalientes; OCRA (Occupational Repetitive Action), REBA (Rapid Entire Body Assessment), Y ECUACIÓN DE NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). Una vez establecidos los métodos de valoración, se procedió a realizar la respectiva evaluación en cada uno de los puestos del área de producción.

El proyecto se entrega a la empresa, y una vez la empresa tome la estimación del costo beneficio que tiene este sobre la productividad y sobre la salud de sus trabajadores de la empresa, se espera que se realice el respectivo rediseño de su planta y de los puestos de trabajo mayormente afectados y así sus trabajadores se sientan motivados y se apropien de sus tareas del día.

* Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de estudios Industriales y Empresariales, Ingeniería Industrial, Director: Néstor Raúl Ortiz., Tutora: Liliana Andrea Vega

ABSTRACT

TITLE: RISK ASSESSMENT FOR MÚSCULOSKELETAL INJURIES IN VITELSA S.A BUCARAMANGA WORKSTATIONS*.

AUTHORS:

Karent Julieth Baez Ortega**

KEY WORDS: Ergonomics, postures, design, cargo holding repetitive movements, tempered glass, forced postures, methods, risks.

OUTLINE

National tempered glass is a growing sector which needs to develop competitive advantages such as optimization procedures through improvements in production flow synchronization, deploying an integrated logistics to enable the articulation of value chain and customer orientation. Vitelsa S.A, has shown positive growth, accompanied by activities that have enabled it to achieve privileged positions within the industry.

In this paper is showing a risks assessment by skeletal muscle lesions affect the health of workers is shown, the company Vitelsa S.A. ensure the health of their workers, taking into account the health risks that can arise from handling cargo positions forced and repetitive movements; the company decides to make the ergonomic study and thereby obtain redesigns the jobs most affected.

Given that a large number of ergonomic evaluation methods, it was necessary to perform a literature search of alternatives through which decided to work with the outstanding methods; OCRA (Occupational Repetitive Action), REBA (Rapid Entire Body Assessment), AND EQUATION NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). Once established valuation methods, we proceeded to perform the respective assessment in each of the positions of the production area.

The project is delivered to the company, and once the company take the cost estimate has this benefit on the productivity and health of its employees of the company, is expected to redesign its respective floor and is made jobs most affected so their employees are motivated and take ownership of the tasks of the day.

* Undergraduated thesis.

** Physical Faculty of Mechanical engineering consultants, School of Industrial and Business Studies, Industrial Engineering, Director. Néstor Raúl Ortiz, Tutor: Andrea Liliana Vega.

CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

En la siguiente tabla se relaciona el objetivo y la página en la que se muestra el cumplimiento al mismo.

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos

OBJETIVO	Pág.
1. Realizar una revisión de literatura sobre las metodologías usadas en la prevención de lesiones músculos esqueléticas (LME).	22
2. Aplicar los métodos OCRA, REBA Y LA NORMA NIOSH en los puestos de trabajo con el fin de identificar las tareas susceptibles de mejoramiento con el impacto en las lesiones músculos esqueléticas (LME).	62-82
3. Formular una propuesta de los puestos de trabajo mayormente afectados por (LME) enfocado a disminuir el daño de los trabajadores de la empresa.	83-92
4. Realizar un análisis de costos de implantación de las propuestas planteadas.	93-99
5. Estimar el impacto de las propuestas planteadas para el departamento de producción.	93-99

INTRODUCCIÓN

Las lesiones músculo esqueléticas (LME) implican problemas de salud muy diversos que afectan al aparato locomotor o sea músculo, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos y nervios. Los síntomas asociados pueden ir desde molestias leves y puntuales, hasta lesiones irreversibles e incapacitantes. Se refiere particularmente a aquellas (LME) inducidos, causados o agravados por la actividad laboral o por las circunstancias en que ésta se desarrolla.

Al rediseñar un puesto de trabajo, se busca que este se adapte a las características, limitaciones y necesidades del trabajador, sin embargo se encuentran situaciones en las que el operario realiza tareas bajo condiciones inadecuadas, lo cual se traduce en incomodidades o pequeñas molestias para el pero al pasar el tiempo estas afectan su estado de salud, por eso es necesario determinar en qué estado se encuentra laborando el trabajador y con qué intensidad afecta su salud.

Por eso la aplicación de métodos de valoración de riesgos diagramas en el lugar de trabajo día tras día adquiere mayor importancia, debido a que estos presentan grandes beneficios tanto para la empresa como para el personal que desarrolla la tarea, logrando un mejor ambiente, minimizando los accidentes laborales, disminuyendo las lecciones y la inseguridad al cumplir la tarea

Por lo tanto para la empresa VITELSA S.A es de gran importancia el desarrollo de este proyecto, ya que se mejora su productividad y evita costos y gastos en los trastornos generados por lesiones músculo esqueléticas de sus trabajadores. Y con la intervención de esta propuesta se quiere la mejora continua en sus procesos de producción.

De esta manera el estudio y rediseño de los puestos de trabajo para la empresa VITELSA S.A se presenta en el siguiente documento por medio de 5 etapas, las cuales se inician con una investigación de literatura sobre las (LME) más frecuentes, en la segunda etapa se realizará la aplicación de los métodos en los puestos de trabajo buscando las mejoras de estos, seguido de la tercera etapa donde se presenta una serie de recomendaciones y el rediseño de los puestos de trabajo, en la etapa cuatro se realiza una propuesta de costo de inversión para el rediseño de los puestos de trabajo y finalmente se estimara el impacto de la implementación de las propuestas que se plantean.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa VITELSA S.A vela por la salud de sus trabajadores; en el año 2012 se presentó un caso por lesiones músculo esqueléticas en la zona de los tendones dando como diagnóstico médico síndrome de túnel carpiano; desde este año para la empresa la salud de los trabadores ha sido prioridad, teniendo en cuenta riesgos a la salud, para mejorar los puestos de trabajo y lograr el rendimiento eficaz de los trabajadores, brindando el mejor ambiente laboral y evitando así riesgos que pueden afectar su bienestar personal en el momento de realizar su tarea.

Actualmente la empresa VITELSA S.A está interesada en mejorar esta problemática que afecta su producción y a sus trabajadores. Por ello la empresa tiene gran interés en realizar el diagnóstico necesario y el rediseño de los puestos de trabajo para que sus trabajadores no se vean afectados.

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para la empresa VITELSA S.A. es de vital importancia garantizar el bienestar de sus empleados ya que esto se ve reflejado en la productividad y competitividad de sus líneas de producción. En el año 2012 se presentó un caso en uno de sus trabajadores afectando sus tendones y dando un diagnóstico con síndrome de túnel carpiano. Los motivos de estas lesiones son; la repetición de sus tareas, manipulación manual de carga, y posturas de pie por periodos de tiempo prolongados.

Las lecciones musculo esqueléticas (LME) son problemas de salud que afectan al aparato locomotor; músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos y nervios. Gran parte de estas lesiones son causadas por la actividad laboral o circunstancias en que éstas se desarrollan.

Por esto la empresa requiere de un rediseño en sus puestos de trabajo y propuestas ergonómicas enfocadas en sus empleados, para así evitar lesiones musculoesqueléticas (LME) en algún otro individuo, específicamente en los puestos en los cuales se realiza repetición de tareas, levantamiento de carga forzada y posturas de pie. Este proyecto tiene como fin satisfacer esta necesidad encontrada en la empresa VITELSA S.A para así garantizar el bienestar de sus colaboradores.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Llevar a cabo un análisis de riesgos y una propuesta de rediseño de los puestos de trabajo en el departamento de producción de la empresa VITELSA S.A basada en la prevención de lesiones musculo esqueléticas más frecuentes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una revisión de literatura sobre las metodologías usadas en la prevención de lesiones músculos esqueléticas (LME).
2. Aplicar los métodos OCRA, REBA Y LA NORMA NIOSH en los puestos de trabajo con el fin de identificar las tareas susceptibles de mejoramiento con el impacto en las lesiones músculos esqueléticas (LME).
3. Formular una propuesta de los puestos de trabajo mayormente afectados por (LME) enfocado a disminuir el daño de los trabajadores de la empresa.
4. Realizar un análisis de costos de implantación de las propuestas planteadas.
5. Estimar el impacto de las propuestas planteadas para el departamento de producción.

2.3 ALCANCE

El alcance del proyecto incluye la evaluación por lesiones musculo esqueléticas y una serie de recomendaciones para el rediseño tanto para la planta como para cada uno de los puestos evaluados en el área de producción, dando así una mejor distribución de las instalaciones y evitando enfermedades o incapacidades de alguno de los trabajadores de la empresa VITELSA S,A,.

3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Durante los últimos años se han elaborado diferentes investigaciones, tesis y proyectos relacionados con lesiones músculo esquelético en los puestos de trabajo, estas lesiones son tramitadas como accidentes de trabajo, cuando existe una relación inmediata entre el hecho y la consecuencia, o como enfermedad profesional.

Los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales de etiología músculo esquelética, se ocasionan a partir de distintas condiciones profesionales que, en el ámbito de la prevención de riesgos laborales, requieren actuaciones diferenciales. En el caso de los accidentes, se analizan por medio de las técnicas de seguridad en el trabajo, en cuanto a las enfermedades profesionales, son objeto de las técnicas de ergonomía aplicada. Por ello, la actuación preventiva y las medidas propuestas son muy diferentes para cada uno de las contingencias, a pesar de que tratamiento médico y rehabilitador no haga diferencia entre las mismas.

A continuación se muestran algunos trabajos relacionados con el tema

De acuerdo con el problema referido al análisis diagrama de los puestos de trabajo críticos en la industrial de fabricación de vidrio templado, el instituto de Biomecánica de valencia ASEPEYO¹, realiza un proyecto titulado “Estudio diagrama en los puestos de trabajo del sector del calzado” cuyo trabajo hace

¹ FERRERAS REMESAL, Alberto. PIEDRABUENA CUESTA, Alcira. GARCIA MOLINA, Carlos. PAGE DEL POZO, Álvaro. Instituto de Biomecánica de Valencia. PICO GINER, Alfredo. PISANO TORRES, Aurelio. ALONSO ESQUIVA, José. APARICI NAVARRO, José enrique. ASEPEYO. Estudio diagrama en puestos de trabajo del sector del calzado. España 2010. 63 P.

referencia a los principios y actuación de medidas preventivas y correctivas relacionadas a los sistemas de trabajo en este tipo de industria.

El contenido está estructurado según los riesgos y medidas preventivas correspondientes, trata todos aquellos factores y agentes de riesgo de carácter general y específicos de los puestos de trabajo de esta actividad industrial, por lo que representa un buen soporte documental, para la formación de los trabajadores de este tipo de industrias. El documento presenta la evaluación detallada de cada uno de los puestos de trabajo de la industria del calzado y se evalúan cada una de las posturas generando recomendaciones y rediseño para mejorar el puesto de trabajo.

En el estudio realizado por Villanueva y Verdu² titulado “Análisis diagrama de puestos de trabajo en el sector agroalimentario” se presentan los resultados obtenidos del estudio realizado a los puestos de trabajo de empresas dedicadas a la actividad de preparación y conservación de frutas y hortalizas; concretamente el estudio se centró en el análisis de aquellas condiciones de trabajo que relacionadas con la carga física son susceptibles de originar riesgo de TME en la extremidad superior y en la espalda. El resultado más influyente en el estudio es la falta de periodos de recuperación produciendo riesgos en los puestos de trabajo.

En la misma labor de investigación y consulta se encontró la tesis titulada “Ergonomía: Productividad y la prevención de riesgos a la salud³” donde propone realizar diseño y corrección de los puestos de trabajo para mejorar el bienestar de los trabajadores incluyendo una mejora continua en la productividad. En este proyecto se nombran dos tipos de controles importantes: control de ingeniería: cambios que reduzcan el nivel o número de factores de riesgo; y controles

² VILLANUEVA RIO, M^a Ángeles. VERDU NICOLAS, Rosario. Servicio de Higiene y Salud Laboral. Área de Ergonomía y Psicología. España. Julio de 2004 .31 P.

³ ALFARO. Katery. “Ergonomía: Productividad y la prevención de riesgos de la salud” [En línea]. [Consultado 07 Ago. 2014]. <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Ergonomia.pdf>

administrativos: para mejorar el entrenamiento del trabajador para balancear la carga y tenga un ambiente agradable para la ejecución de su trabajo.

En relación con lo anterior se visualiza que la fuerza laboral de cada empresa está compuesta por trabajadores con diferentes características físicas y psicológicas que en ocasiones no son consideradas y por lo general son base fundamental para la interacción efectiva del trabajador en su medio laboral.

El estudio realizado por Gobierno de Chile⁴ titulado “Guía técnica para la evaluación y control de riesgos asociados a manejo de manipulación manual de cargas ” muestra una serie de herramientas que pueden ser usadas en empresas del sector agrícola, construcción, portuario, industrial, hospitalario entre otras; es el resultado de una amplia recopilación, selección y adaptación de literatura técnica de ergonomía y disciplinas a fines al manejo manual de cargas susceptibles de originar riesgo de LME; especialmente de la zona dorso- lumbar que afectan a los trabajadores y que generan enfermedades profesionales como el síndrome de dolor lumbar o lumbago, productos de sobre esfuerzos físicos. En los artículos que muestra la guía se encuentran antecedentes que permiten identificar, evaluar y controlar los factores de riesgos asociados a la manipulación manual de cargas.

La Pontificia Universidad Javeriana con el ministerio de protección social desarrollaron tres proyectos que se nombran a continuación “Guía de atención integral basada en la evidencia para desordenes músculo esqueléticos (DME) relacionados con Movimientos repetitivos de miembros superiores (síndrome del túnel carpiano, epicondilitis y enfermedad del quervain (GATI-DME)”⁵; “Guía de

⁴ GOBIERNO DE CHILE. Ministerio de trabajo y prevención social. Secretaria de prevención social. Guía técnica para la evaluación y control de los riesgos asociados a manejo o manipulación manual de cargas. Santiago- de Chile. 2008. [Consultado 09 Ago. 2014]. 315 P.

⁵ GUIA DE ATENCIÓN INETEGRAL EN SALUD OCUPACIONAL. pontificia universidad javeriana, Ministerio de protección social. República de Colombia. Guía de atención integral basada en la evidencia para desordenes músculo esqueléticos (DME) relacionados con Movimientos repetitivos

atención integral basada en la evidencia para hombro doloroso (GATI-HD) relacionados con factores de riesgo en el trabajo ⁶; "Guía de atención integral basada en la evidencia para dolor lumbar inespecífico y enfermedad discal relacionados con la manipulación manual de cargas y otros factores de riesgo en el lugar de trabajo (GATI-DLI-ED)" ⁷ ; los cuales presentan la parte conceptual sobre las enfermedades provocadas por lesiones músculo esqueléticas soportadas en estudios realizados en estados unidos, Canadá, Colombia y otros países de Europa, en el que plantean desarrollos de identificación de peligros y evaluación de riesgos, diagnósticos, vigilancia en la salud de los trabajadores y una matriz de recomendaciones.

Las mencionadas guías como su nombre lo indica, se han elaborado desde un enfoque integral, es decir, que emiten recomendaciones, basadas en la mejor evidencia para prevenir riesgos o sufrir por enfermedades profesionales.

3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1 Lesiones musculo esqueléticas. Las lesiones músculo esqueléticas⁸, son problemas de salud que afectan al aparato locomotor, o sea, músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos y nervios. Los síntomas asociados pueden

de miembros superiores (síndrome del túnel carpiano, epicondilitis y enfermedad del quervain (GATI-DME)". [En línea]. [Consultado 28 de abril 2014]. < <http://www.conhintec.com/images/stories/doc/gatiso/GATI-DME.pdf>>.

⁶ GUIA DE ATENCIÓN INTEGRAL EN SALUD OCUPACIONAL. pontificia universidad javeriana, Ministerio de protección social. República de Colombia. Guía de atención integral basada en la evidencia para hombro doloroso (GATI-HD) relacionados con factores de riesgo en el trabajo. [En línea]. [Consultado 28 de abril 2014]. < <http://www.conhintec.com/images/stories/doc/gatiso/GATI-HD.pdf>>.

⁷ GUIA DE ATENCIÓN INTEGRAL EN SALUD OCUPACIONAL. pontificia universidad javeriana, Ministerio de protección social. República de Colombia. Guía de atención integral basada en la evidencia para dolor lumbar inespecífico y enfermedad discal relacionados con la manipulación manual de cargas y otros factores de riesgo en el lugar de trabajo (GATI-DLI-ED). [En línea]. [Consultado 28 de abril 2014]. < <http://www.conhintec.com/images/stories/doc/gatiso/GATI-DLI-ED.pdf>>.

⁸ DIEZ DE ULSURRUN SAGALA, Miguel. GARASA JIMENEZ, Ana. MACAYA SANDIO, M^a Goretti. IZQUIERDO, Javier. "Ergonomía: lesiones musculo esqueléticas de origen laboral". Pamplona Octubre 2007. 20 P

ir desde molestias leves y puntuales, hasta lesiones irreversibles e incapacitantes. Particularmente a aquellos LME inducidos, causados o agravados por la actividad laboral o por las circunstancias en que ésta se desarrolla. Entre los riesgos existentes se pueden mencionar los ocasionados por características físicas y ambientales no adecuadas.

A las lesiones que se producen por la acumulación de micro traumatismos se les denomina Lesiones por Trauma Acumulado (o CTD'S, que son sus siglas en ingles).

- ✓ **C (cumulative):** Estas lesiones se desarrollan gradualmente debido a las repetidas tensiones o esfuerzos a las que se ven sometidas distintas partes del cuerpo durante semanas, meses o incluso años. Por tanto el desgaste o los traumatismos se dan en los tejidos y las articulaciones del cuerpo son debidos a la repetición de actividad de los mismos.
- ✓ **T (Trauma):** Se entiende por trauma las lesiones corporales producidas por esfuerzos o tensiones mecánicas.
- ✓ **D (Disorders):** se refiere a las dolencias físicas y condiciones patológicas.

Las actividades asociadas con el desarrollo de las (CTD'S) provienen de movimientos repetidos corrientes, tales como el agarre, el retorcimiento, la extensión, el alargamiento, etc. Estas tareas, por si solas, no son peligrosas en el trabajo, lo que las hace dañinas es la repetición sucesiva unidad a la falta de periodos de descanso, al mantenimiento de posturas forzadas y a la aplicación de fuerza excesiva para realizarlas.

Por lo tanto los factores claves para desarrollar una lesión músculo esquelética, son la postura, la fuerza, la repetición y falta de descanso.

- ✓ **Postura:** Ciertos trabajos exigen que el trabajador adopte posturas desfavorables que implican importantes presiones biomecánicas en las articulaciones de las extremidades y los tejidos cercanos. Las posturas desfavorables se refieren a cualquier posición fija o forzada del cuerpo. Son igualmente posturas consideradas no deseables aquellas que provocan sobre carga de los músculos y tendones (cordones resistentes de tejido que conectan los músculos con los huesos), cargas en las articulaciones de una manera desigual o asimétrica y carga estática en la musculatura.

- ✓ **Fuerza:** La carga y la presión soportada por varios tejidos del cuerpo pueden fácilmente superar el umbral de seguridad del organismo. Conforme el esfuerzo del músculo aumenta, en respuesta a una tarea que requiere una elevada carga, la circulación en un músculo decrece, causando más rápidamente la fatiga en el músculo. El tiempo de recuperación del músculo puede exceder al tiempo utilizado en realizar las tareas que requiere elevadas fuerzas. Si no se dispone del tiempo suficiente de recuperación, se producirán lesiones en los tejidos musculares. Los límites de fuerza aceptables en las diferentes partes del cuerpo están condicionados a diferentes variables: edad, sexo, estructura corporal y salud en general.

- ✓ **Repetición:** cuando más repetitiva sea la tarea a realizar, más rápido y más frecuentemente se contraerán los músculos. Las tareas que requieren un elevado porcentaje de repetición requieran una elevada actividad del músculo y consecuentemente necesitarían mayor tiempo de recuperación que las tareas menos repetitivas. De esta manera, tareas con elevados porcentajes de repetición pueden llegar a ser fuentes de traumas, incluso aunque las fuerzas que se necesitan para realizarlas sean mínimas.

- ✓ **Falta de descanso:** el cuerpo humano tiene un alto poder de recuperación pero para que esta se realice, se necesita suficiente tiempo de descanso entre

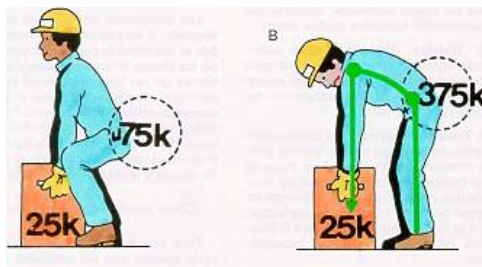
los intervalos que se efectúa un esfuerzo físico. Un trabajador que va acumulando la falta de descanso muscular tendrá un mayor riesgo de desarrollar lesiones musculoesqueléticas que el resto de trabajadores.

3.2.1 Características físicas.

3.2.1.1 Manipulación manual de cargas. Se define como cualquier actividad en la que los trabajadores mediante su esfuerzo físico tienen que levantar, empujar, arrastrar o transportar objetos inertes o seres vivos (personas, animales)⁹. Y la aplicación excesiva de fuerza puede prevenir una lesión.

La fuerza puede ser de tipo explosivo, esta se presenta en una máxima contracción de los músculos por una mínima unidad de tiempo, siendo común en tareas donde se manipulan cargas pesadas en tiempos definidos. También se encuentra la fuerza máxima que puede desarrollar un músculo en una sola contracción voluntaria, la cual es habitual en tareas donde es necesario sostener o levantar ocasionalmente objetos muy pesados. Por último se presenta la resistencia a la fuerza que consiste en la capacidad que tiene un músculo de sostener una carga al mayor tiempo posible.

Ilustración 1. Manipulación manual de cargas

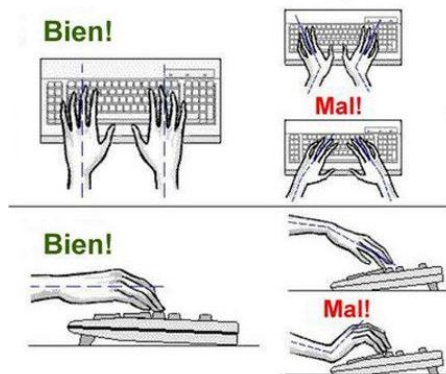


Fuente: Seguridad e higiene

⁹ LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGA. Ecuación del NIOSH NTP 477. 1998. [En línea]. [Consultado 30 de abril 2014]. <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Fichentppdf>>.

3.2.1.2 Movimientos repetitivos. El trabajo repetido se relaciona con los movimientos corporales en función de variables como la frecuencia, repetitividad, velocidad y aceleración. Durante la ejecución de movimientos repetitivos se generan rozamiento de los tendones, los cuales pueden degenerarse y ocasionar problemas músculo esqueléticos.

Ilustración 2. Movimientos repetitivos



Fuente: Taringa

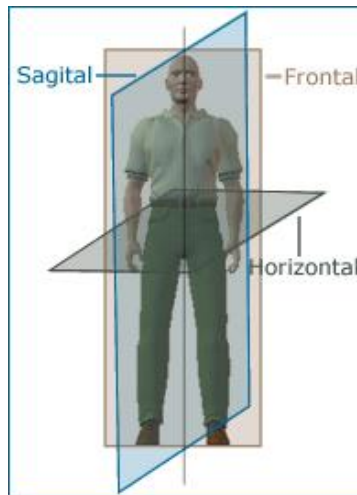
3.2.1.3 Posturas forzadas. Son posturas donde la disposición del cuerpo, de los segmentos o articulaciones no está en posiciones naturales o neutras, tales como extensiones, flexiones o rotaciones articulares. Las posturas estáticas son aquellas que se mantienen en el tiempo sin producir movimiento.¹⁰

Con el propósito de establecer puntos de referencia que indiquen la postura de una persona con relación a los movimientos de su cuerpo, se describe la postura de referencia y los planos de acuerdo con la definición establecida por Estrada¹¹.

¹⁰ INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Posturas forzadas. [En línea]. [Consultado 26 de abril 2014]. <<http://www.insht.es/portal/site/MúsculoEsqueleticos/menuitem.2b2dac6ee28e973a610d8f20e00311a0/?vgnnextoid=0059236f5550c310VgnVCM1000008130110aRCRD>>.

¹¹ ESTRADA, Jairo. Ergonomía. Editorial Universidad de Antioquia, 2001. p. 197-198

Ilustración 3. Planos de referencia del cuerpo



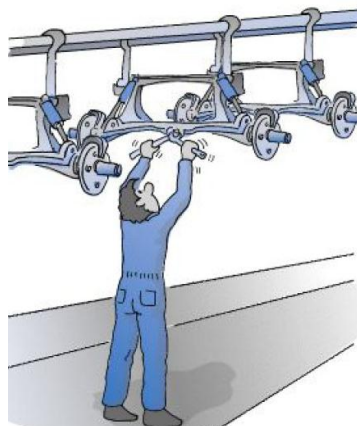
Postura de referencia: posición recta para una persona de pie, con los brazos hacia los lados y con las palmas de las manos delante.

Plano medio sagital: plano vertical que pasa por el esternón y la columna vertebral, perpendicular a los hombros.

Plano frontal: plano vertical que pasa por los hombros, perpendicular al plano sagital.

Plano horizontal o transverso: plano perpendicular tanto al sagital como al frontal.

Ilustración 4. Posturas forzadas



Fuente: Blog de ergonomía

3.2.1.4 Enfermedades más frecuentes por lesiones musculo esqueléticas. A continuación se nombran algunas de las enfermedades más frecuentes por lesiones musculo esqueléticas.

3.2.1.4.1 Síndrome del túnel carpiano. Los tendones que doblan, el nervio mediano y los vasos sanguíneos pasan a través del túnel carpiano, por debajo del ligamento carpiano situado en el antebrazo y la mano. Si algunas de las venas de los tendones comienzan a hincharse en el túnel carpiano, puede resultar oprimido el nervio mediano. Diversas posiciones específicas, movimientos y agarres de la mano pueden ser también responsables de la aparición del síndrome. Aquellas tareas que combinan elevadas fuerzas y repeticiones ofrecen un riesgo mayor de sufrir este síndrome. El dolor entumecido y la sensación de hormigueo en las manos son síntomas de la aparición del síndrome del túnel carpiano.

Ilustración 5. Síndrome del túnel carpiano

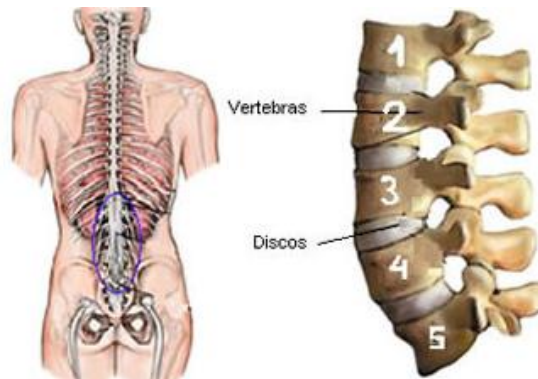


Fuente: Orthoinfo

3.2.1.4.2 Lumbalgia. Es el dolor que se produce en la región inferior de la espalda. Esta región inferior o lumbar se compone de 5 vértebras con sus discos, raíces nerviosas, músculos y ligamentos. Las vértebras de esta región son las más grandes y soportan un mayor peso. Los signos y síntomas varían según la intensidad y la zona afectada. Sin embargo, considere que el dolor en la zona

lumbar, irradiación del dolor hacia las extremidades inferiores, dolor intenso al ponerse de pie e intentar caminar son algunos de los síntomas.

Ilustración 6. Lumbalgia



Fuente: Portal de seguridad y prevención de la salud de Chile

3.2.1.4.3 Codo de tenista o epicondilitis. El codo es particularmente vulnerable a la tendinitis (inflamación del tendón) debido al desequilibrio entre los músculos más grandes del antebrazo y la pequeña área de inserción en el epicondilo del humero. Cuando los tendones son forzados o están sometidos a continuos sobreesfuerzos, comienzan a irritarse y a producir dolor desde el codo hasta el antebrazo. A este estado se le llama epicondilitis. Esta lesión está asociada a actividades en las que se utiliza el brazo en movimientos de lanzamientos o de golpes, los síntomas son más frecuentes en la cara externa del codo.

3.2.1.4.4 Hernias discales. Los tejidos entre los huesos de la columna vertebral se denominan discos intervertebrales. Estos discos se componen de una parte central con una textura blanda similar al gel y un revestimiento exterior duro.

El disco intervertebral crea una articulación entre cada uno de los huesos de la columna vertebral que les permite moverse. Cuando el revestimiento exterior que rodea un disco se desgarró, el centro blando puede sobresalir por la abertura, creando una hernia de disco.

Algunas de las causas se ven reflejadas cuando envejecemos, los discos de nuestra columna vertebral pueden perder su flexibilidad y elasticidad. Los ligamentos que rodean los discos se vuelven quebradizos y se desgarran más fácilmente. Cuando se produce una hernia de disco, puede ejercer presión en los nervios espinales cercanos (radiculopatía) o en la médula espinal (mielopatía) y causar síntomas dolorosos. Algunos de los síntomas de disco cervical pueden causar dolor en el cuello, provocando la irradiación del dolor al brazo, al hombro y entumecimiento u hormigueo del brazo o la mano. El dolor puede ser sordo, constante y difícil de localizar. También puede ser agudo, ardiente y bien localizado.

3.2.2 Métodos evaluación ergonómica. Los métodos de evaluación ergonómica se han desarrollado con base a las necesidades y condiciones específicas de determinadas actividades, buscando posteriormente su aplicabilidad, corrección y validación en otras actividades diferentes a las contempladas en su desarrollo original.

El uso de métodos de valoración ergonómica presenta grandes ventajas, por ser en su mayoría de aplicación sencilla, rápida y no interferir con la actividad desarrollada por el trabajador. Al evaluar las condiciones de trabajo es necesario elegir y definir los factores que se consideran representativos dentro de la actividad desempeñada, para posteriormente seleccionar la herramienta más apropiada que evalúe los aspectos relevantes de los factores elegidos, sin embargo no existe un método predeterminado que sirva para realizar cualquier análisis, ya que algunos abarcan en forma general más aspectos que otros, que posiblemente sean más específicos. La selección de un método de evaluación depende de los factores que predominen y presenten mayor riesgo para quien realiza la tarea, así como de la profundidad del análisis requerido, tiempo y condiciones de análisis disponible.

Es importante tener presente que el resultado que proporciona la evaluación ergonómica solo representa una aproximación para determinar el nivel de riesgo al que está expuesto el trabajador, pero en ningún caso es una medida absoluta, es una referencia para evaluar los factores críticos que deben ser corregidos para disminuir el nivel de riesgo. En general, los métodos de evaluación ergonómica se pueden clasificar de acuerdo a la forma en que miden y evalúan las condiciones de trabajo en tres grupos: manipulación de carga, posturas forzadas y movimientos repetitivos¹².

A continuación se nombran los métodos más utilizados en el momento de evaluar los puestos de trabajo, el diagnóstico final que se realiza con estos métodos es independiente de las apreciaciones o interpretaciones personales del evaluador y del trabajador, ya que estos métodos son evaluados por medio de tablas y referencias establecidas para la aplicación de estos.

- **MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS**

Cuadro 1. Métodos manipulación manual de cargas

NOMBRE	DESCRIPCIÓN BREVE
GUÍA TÉCNICA DEL INSHT	(Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo).Se centra en la evaluación de tareas de manipulación manual de cargas susceptibles de provocar lesiones. Usada en: Lesiones dorso-lumbar, Cargas con peso superior a 3Kg y Postura de Pie.

¹² FERRER, Francisco. MINAYA, Gilberto. NIÑO, José. RUIZ, Manuel. Manual de Ergonomía. Fundación MAPFRE. Editorial MAPFRE S. A., 1994. p. 12

Cuadro 1. Métodos manipulación manual de cargas (continuación)

NOMBRE	DESCRIPCIÓN BREVE
ECUACIÓN NIOSH	(National Institute for Occupational Safety and Health). Busca identificar los riesgos de lumbalgias asociados a la carga física a la que está sometido un trabajador y recomendar un límite de peso adecuado para desarrollar la tarea.
TABLAS DE SNOOK Y CIRIELLO	Establece valores máximos aceptables de pesos que pueden ser transportados por una persona en unas condiciones predeterminadas. Usada en: Postura de pie.

Fuente: Ergonautas

- **POSTURAS FORZADAS**

Cuadro 2. Métodos posturas forzadas

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
OWAS	(Ovako Working-posture Analysis System). Es un método sencillo y útil destinado al análisis diagrama de la carga postural. Basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea.
RULA	(Rapid Upper Limb Assessment). Permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas y actividad estática del sistema músculo-esquelético.
REBA	(Rapid Entire Body Assessment). permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar desórdenes traumáticos acumulativos debido a la carga postural dinámica y estática

Fuente: Ergonautas

- **MOVIMIENTOS REPETITIVOS**

Cuadro 3. Métodos movimientos repetitivos

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
<p style="text-align: center;">JSI</p>	<p>(Job Strain Index). Evalúa los riesgos relacionados con las extremidades superiores (mano, muñeca, antebrazo y codo). A partir de datos semi-cuantitativos ofrece un resultado numérico que crece con el riesgo asociado a la tarea.</p>
<p style="text-align: center;">OCRA</p>	<p>(Occupational Repetitive Action). Permite evidenciar y cuantificar la presencia de riesgos en los movimientos repetitivos de las extremidades. El procedimiento permite conocer qué puestos de trabajo presentan, por sus características estructurales y organizativas, un riesgo "ausente", "leve", "medio" y "elevado" de traumatismos músculo esqueléticos.</p>

Fuente: Ergonautas

3.2.2.1 Método OCRA. El método OCRA (Ocupación Repetitive Actions) considera a la acción técnica como el factor riesgo relevante en la evaluación de las tareas repetitivas realizadas por las extremidades superiores.

Este método fue presentado por primera vez en 1998, pero posteriormente ha sido desarrollado y validado en sucesivos estudios epidemiológicos. Ha sido incluido en las normas ISO 11228-3:2007 y UNE EN 1005-5:2007 como el método de referencia para la evaluación del riesgo de TME derivado de tareas repetitivas.

Para la evaluación del riesgo derivado de tareas repetitivas, el método propone el índice de exposición (OCRA) que resulta de la división del número de acciones técnicas (derivadas de tareas con movimientos repetitivos) efectivamente realizadas, por el número de acciones técnicas recomendadas¹³.

¹³ INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Movimientos repetitivos. . [Consultado 30 de abril 2014].Método OCRA, P 23-37p

El procedimiento para calcular este método es un poco complejo que algunos otros métodos nombrados anteriormente, además es un método que requiere bastante tiempo para su análisis, metodologías de métodos y tiempos y grabaciones de videos; por ejemplo para analizar una tarea repetitiva con un ciclo de 30 segundos necesitamos emplear de 2 a 3 horas de análisis.

A continuación, se nombran las fases necesarias para la utilización del método.

- Observar y apuntar como está organizado el puesto de trabajo.
- La duración del turno del trabajo (en minutos).
- Las pausas existentes, en qué momento se producen en el turno y la duración.
- Tareas repetitivas, denominación y duración (en minutos).
- Tareas no repetitivas, denominación y duración (en minutos)
- Tareas de recuperación, tiempos de espera, tiempos muertos (en minutos).

3.2.2.2 Método REBA. El método REBA (Rapid Entre Body Assessment) fue propuesto por Su Hignett y Lynn McAtamney y publicado por la revista especializada Applied Ergonomics en el año 2000. El método es el resultado del trabajo conjunto de un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, que identificaron alrededor de 600 posturas para su elaboración.

El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. Permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas, e incorpora como novedad la

posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables¹⁴.

Para calcular este método se evalúa el riesgo de posturas concretas de forma independiente. Por lo tanto, para evaluar un puesto se deberá seleccionar sus posturas más representativas, la selección correcta de las posturas a evaluar determina los resultados proporcionados por método y las acciones futuras.

A continuación se muestra una serie de fases que se deben tener en cuenta a la hora de aplicar este método.

- Determinar el tiempo de ciclo del trabajo.
- Registrar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, mediante su captura de video o fotografías, tomar el tiempo real de la tarea.
- Identificar entre todas las tareas las posturas registradas aquellas que sea más significativas y para la evaluación del método.
- El método REBA se debe aplicar por individual al lado izquierdo y derecho del cuerpo.

3.2.2.3 Ecuación de Niosh. En 1981 el instituto para la seguridad ocupacional y salud del departamento de salud y servicios humanos publico una primera versión de la ecuación de NIOSH; posteriormente, en 1991 hizo pública una segunda versión en la que se cogerían 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.

¹⁴ UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. REBA. [En línea]. [Consultado 30 de abril 2014]. < <http://www.ergonautas.upv.es/métodos/reba/reba-ayuda.php>>

Básicamente son tres los criterios empleados para definir los componentes de la ecuación: biomecánico, fisiológico y psicofísico. El criterio biomédico 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 vertebras, se llegó a considerar un valor de 3,4 KN como fuerza límite de comprensión en la vértebra L5/S1 para la aparición de riesgo 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 de NIOSH recogió unos límites de máxima capacidad aeróbica para el cálculo del gasto energético y los aplico 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 levantamiento¹⁵.

La ecuación de NIOSH es uno de los métodos más fáciles a la hora de analizarlo en los puesto de trabajo, este método aparte de definir un "levantamiento ideal" que es aquel realizado desde lo que NIOSH define como "localización 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 25cm. Tiene un peso máximo recomendado llamado constante de carga (LC). Para este método es necesario tomar varias medidas en el punto exacto en el que el trabajador recoge la carga y hasta donde es trasladada.

¹⁵ UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. Ecuación de NIOSH . [En línea]. [Consultado 30 de abril 2014]. < <http://www.ergonautas.upv.es/métodos/reba/reba-ayuda.php>>

4. GENERALIDADES

4.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

4.1.1 Reseña histórica. VITELSA S.A, vidrios templados de Santander fundada desde 1994 y ubicada en la ciudad de Bucaramanga, es una empresa que se ha construido con una alternativa de calidad, fabricando todo tipo de vidrio de seguridad, para la industria de construcción y automotriz

En este momento cuenta con certificaciones del proceso ISO 9001:2008 e implementación del sistema de gestión de calidad (SGC), que junto con la experiencia, el conocimiento técnico, los avances tecnológicos en los procesos, los productos y atención al cliente, han representado un alto reconocimiento y prestigio en el mercado a nivel nacional e internacional; por eso la empresa VITELSA S.A se encuentra ubicada en el 3er lugar a nivel nacional.

Esta empresa distribuye sus productos en importantes zonas de todo el país y actualmente ha incursionado en el mercado estadounidense. También ha llegado a importantes mercados como Panamá, Venezuela y República Dominicana.

En la actualidad la empresa ofrece 2 líneas de productos; línea de vidrio curvo conocida como línea automotriz y línea de vidrio templado que es utilizada en arquitectura y divisiones de baño, de esta forma abastece la verdad de necesidades de los clientes.

El vidrio templado en su uso arquitectónico, presenta variedad de posibilidades para grandes estructuras, fachadas, ventanera, balcones, puestas de acceso, decoración y edificaciones brindando características ópticas, planimetrías y de resistencia acordes con los requerimientos del clientes, los calibres oscilan desde 4mm a 12 mm en colores requeridos por el mercado.

4.1.2 Estructura general de la organización. VITELSA S.A fue fundada en el año de 1994 aprovechado las oportunidades del medio, se encargó en ese entonces de la fabricación de vidrio templado para automóviles y con el tiempo sus productos se diversificaron y hoy en día también produce vidrio templado para el uso arquitectónico.

4.1.2.1 Misión ¹⁶ . Somos un grupo empresarial colombiano productor y comercializador de vidrio templado de seguridad en las líneas de arquitectura y automotriz que apoyado en la habilidad y esfuerzo de nuestra gente ofrecemos productos, de la más alta calidad. Y mediante la eficacia de nuestro proceso productivo brinda la mejor alternativa de cumplimiento para el mercado nacional e internacional, actuando a su vez con responsabilidad frente a colaboradores, accionistas y especialmente clientes.

4.1.2.2 Visión. Para el 2014 el grupo empresarial VITELSA S.A, será líder en Colombia en productos y servicios de vidrio para la vida diaria, con presencia en el mercado internacional y con alto reconocimiento por la innovación, excelencia operativa, servicio al cliente, y enfocado en el desarrollo integral de su talento humano.

4.1.2.3 Políticas de calidad. El vidrio templado está considerado como un vidrio de seguridad para la construcción, según lo determina la norma técnica colombiana NTC1578, y su uso es recomendado en diversas áreas susceptibles de impacto humano, como es el caso de vidrio de seguridad para automotores que cumple las normas NTC 1467 y el reglamento técnico RTC 002MDE, garantizando con esto que nos e causan heridas cortantes o lacerantes de consideración. De igual forma el congreso de la república ha reglamentado el uso obligatorio del vidrio templad de seguridad mediante la LEY No 400 de 1997, que dio origen al

¹⁶ EMPRESA VITELSA S.A. Área administrativa. Año 2014

DECRETO 33 del 9 de enero de 1998, conocido como Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98, el cual exige la utilización de vidrio templado de seguridad.

K-4.3.2 "se exige el uso exclusivo de vidrios de seguridad laminados o templados en ventanas, puertas, barandas, antepechos, marquesinas y otras estructuras que cumplan las siguientes condiciones:

- ✓ Evitar el peligro de que ocurran heridas graves en caso de rotura.
- ✓ Obtener la mayor resistencia a esfuerzos mecánicos o choque térmico.

4.1.2.4 Objetivos de calidad. En VITELSA S, A, producimos y comercializamos vidrios templados cumpliendo las especificaciones de nuestros clientes para los cual nos basamos en el uso óptimo de recursos y tecnología, el mejoramiento continuo del sistema de gestión de calidad y el desarrollo global de la empresa en los mercados nacionales

Cuadro 4. Objetivos de calidad

OBJETIVO DE CALIDAD	PROCESO RELACIONADO
1. Optimización de recursos y tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> • Compras. • Gestión de recursos. • Producción. • Producto no conforme.
2. Satisfacer y cumplir los requerimientos del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación y programación de producción. • Compras • comercialización
3. Mejoramiento continuo del SGC.	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones correctivas y preventivas. • Auditoria interna de calidad. • Mejora continua. • Planificación del SGC.
4. Desarrollo global de la empresa en mercados nacionales.	<ul style="list-style-type: none"> • Comercialización.

Fuente: VITELSA S.A, sistema de gestión de calidad 2014

4.1.2.5 Organigrama. A continuación se muestra cada uno de los cargos que componen a la empresa VITELSA S.A.

Ilustración 7. Organigrama



Fuente: VITELSA S.A, Área de recurso humano 2014

4.1.2.6 Mapa de procesos. La empresa VITELSA S.A, cuenta con un mapa de procesos relacionado en tres partes, procesos gerenciales, procesos operativos y proceso de apoyo. En la ilustración 6 se muestran cada uno de estos.

Ilustración 8. Mapa de procesos



Fuente: VITELSA S.A, Sistema de gestión de calidad 2014

4.2 GENERALIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO DE VIDRIO TEMPLADO

4.2.1 Recursos de producción.

4.2.1.1 Número de empleados. La planta VITELSA S.A, cuenta con 188 empleados directos que laboran en las instalaciones de la empresa agrupados en tres áreas diferentes: Administrativa, comercial y operativa y 2 empleados indirectos.

Empleados administrativos: 66

Empleados área de producción: 122 que laboran en 3 turnos cada uno de 8 horas.

Los 122 empleados que se encuentran en la planta, están distribuidos de la siguiente forma.

Tabla 2. Personal área operativa

PROCESO	OPERARIO
Recepción de materias primas.	6
Corte	7
Ayudante de corte	9
Pulido	12
Ayudante de pulido	9
Maquinado	12
Lavadora	5
Inspección de calidad	3
Temple	4
Ayudante de temple	4
Despacho	6

Tabla 2. Personal área operativa (continuación)

PROCESO	OPERARIO
Auxiliar de despacho	4
Mantenimiento	3
Servicios generales	2
Supervisores	3
Jefes de planta	1
Montacargas	3
otros	16

Fuente: VITELSA S.A. Departamento Recursos Humanos 2014

4.2.1.2 Número y tipo de máquinas utilizadas. Para el proceso de producción la empresa VITELSA S.A cuenta con (27) máquinas de diversos tipos relacionados en secciones que conforman sus operaciones de la siguiente forma:

Cuadro 5. Máquinas empleadas en el proceso de vidrio templado

NOMBRE	UBICACION	IMPACTO	CAPACIDAD
HORNO HORIZONTAL	Temple	Alto	1 pieza
HORNO VERTICAL	Temple	Alto	1 pieza
LAVADORA HORIZONTAL	Maquinado	Alto	1 pieza
RECTILÍNEA	Maquinado	Alto	1 pieza
TALADRO VERTICAL	Maquinado	Alto	1 pieza
MESA DE RECEPCION	corte	Alto	1 pieza

Cuadro 5. Máquinas empleadas en el proceso de vidrio templado (cont.)


NOMBRE	UBICACION	IMPACTO	CAPACIDAD
MESA DE CORTE AUTOMATICO	Corte	Medio	1 pieza
MESA NEUMATICA PARA BOQUETES	Maquinado	Medio	1 pieza
SIERRA CIRCULAR	Accesorios	Bajo	Guacal
SIERRA SIN FIN	Despachos	Bajo	Guacal
MONTACARGA	Despachos	Medio	Guacal

Fuente: VITELSA S.A. Departamento Recursos Humanos 2014

Cuadro 6. Imágenes maquinaria

NOMBRE DE MÁQUINA	IMAGEN
HORNO HORIZONTAL	<p>HTFTM – Horizontal Tempering Furnace</p>  <p>Zona de Carga (Entrada)</p> <p>Horno de calentamiento</p> <p>Templado</p> <p>Enfriador</p> <p>Zona de Descarga (Salida)</p>
LAVADORA	

Cuadro 6. Imágenes maquinaria (Continuación)

NOMBRE DE MÁQUINA	IMAGEN
TALADRO MANUAL	

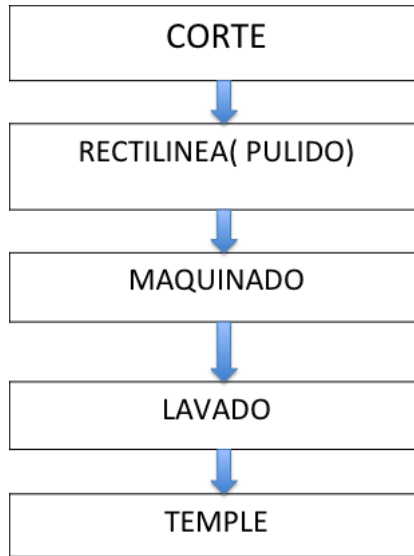
4.3 DESCRIPCIÓN PROCESO DE PRODUCCIÓN

Las actividades generales del proceso tienen como objetivo efectuar una transformación física del vidrio crudo mediante cambios súbitos de temperatura hasta la obtención del vidrio templado de seguridad.

El proceso de producción de vidrio templado está dado por una secuencia de actividades que se requiere para cada una de las piezas templadas, VITELSA S.A cuenta con siete niveles de manufactura; (5) actividades básicas, tal como se muestra en el diagrama¹⁸.

¹⁸ ver ANEXO B. Descripción del proceso productivo y actividades de los cargos que integran.

Ilustración 10. Proceso de manufactura



- **RECEPCION DE MATERIAS PRIMAS**

El proceso de producción de VITELSA S.A empieza con la recepción y almacenamiento de materia prima; vidrio crudo que es comprado a proveedores nacionales o extranjeros en países como Brasil, México, Estados Unidos y Europa. Los cuales llegan a Colombia por puertos costeros y Buena Aventura, este vidrio llega en láminas incoloras de 300 x 600 mm y con diferentes espesores (3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15,19 mm). Luego este vidrio es llevado a la mesa neumática donde empezara su proceso de templado.

- **MESA NAUTICA**

Por medio de esta máquina se posiciona el vidrio que vienen en forma vertical a forma horizontal, esta máquina es necesaria dado que el vidrio crudo llega con medidas de 300 x600 mm y es demasiado pesado para ser transportado por operarios; esta mesa cuenta con unos rodillos que permiten el desplazamiento del vidrio a la mesa de corte automático.

- **MESA DE CORTE AUTOMATICO**

Cuando el vidrio llega a la mesa de corte automático, este es acomodado por los ayudantes, el operario encargado de la mesa de corte por medio de un software en un computador digita y programa los cortes que dé la orden de pedido (dejando 2 mm a cada lado para ser pulidos en la máquina rectilínea). Después de que el operario da la orden al presionar un botón, la mesa automática empieza a acomodar el vidrio para poder realizar el corte exacto. Cuando termina de realizar los cortes los ayudantes se encargan de separar las partes que no son necesarias, a cada lámina se le coloca una ficha como aparece en la ilustración 11, con la información detallada con los requerimientos del cliente. Posteriormente la lámina es llevada a proceso de pulido.

Ilustración 11. Ficha con información

EMPRESA
CIUDAD
NUMERO DE LA ORDEN
CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN DE PEDIDO
FECHA DE DESPACHO DEL PEDIDO
ESPECIFICACIONES DE LA ORDEN
ORDEN DE PEDIDO
ORDEN DE PRODUCCIÓN

- **RECTILÍNEA (pulido)**

En la planta VITELSA S.A se cuenta con tres máquinas rectilíneas, las cuales llega el vidrio cortado y es colocado por los ayudantes en forma vertical para que la máquina inicie el proceso de pulido en todos sus bordes, para esto se debe rotar el vidrio 4 veces, en este proceso el vidrio queda con las medidas exactas requeridas por el cliente.

- **MÁQUINADO**

En la sección de maquinado, se realizan los procedimientos que permiten la instalación del vidrio luego de que este está templado. Básicamente, se trata de

perforaciones, boquetes o boquetes especiales, que se logran con una diversidad de brocas. Para esto, se realizan marcas sobre el vidrio y luego con taladros automáticos o de forma manual se procede de acuerdo a las especificaciones del cliente. Las perforaciones son realizadas con el taladro vertical o manual, si la pieza lleva boquetes se realizan sobre una mesa neumática y luego se brillan con el motor tool. De este proceso pasa a un subproceso de lavado, donde por medio de unos cepillos especiales se remueve la suciedad superficial y se almacena para preceder a templarlo.

- **TALADRADO**

Después de ser marcado el lugar exacto donde van a quedar los boquetes, el vidrio es taladrado por medio de un taladro neumático o la sierra para los boquetes. Al estar listo la lámina con las especificaciones se lleva a la sección de lavado.

- **MÁQUINADO AUTOMATICO**

En la parte de maquinado automático, como se mencionó anteriormente, llegan los vidrios que tienen especificaciones de orificios circulares grandes, o con formas diferentes a la redonda, como semi-redondos o con esquinas arqueadas. El vidrio es introducido por un lado de la máquina, mientras que un operario ingresa las especificaciones del vidrio en un software para que este realice los cortes necesarios. Este vidrio al terminar es transportado a la sección de lavado.

- **LAVADO**

En esta parte del proceso, se realiza una inspección, contando el número de orificios del vidrio para constatar que cumple con las especificaciones de la orden, además de pulir cada una de las caras con una pulidora para quitar posibles rayones que se hayan causado durante el proceso. Posteriormente se lleva el vidrio a la lavadora la cual quita impurezas por medio de agua y presión y entrega el vidrio a los operarios para ser llevado a proceso de temple.

- **TEMPLE**

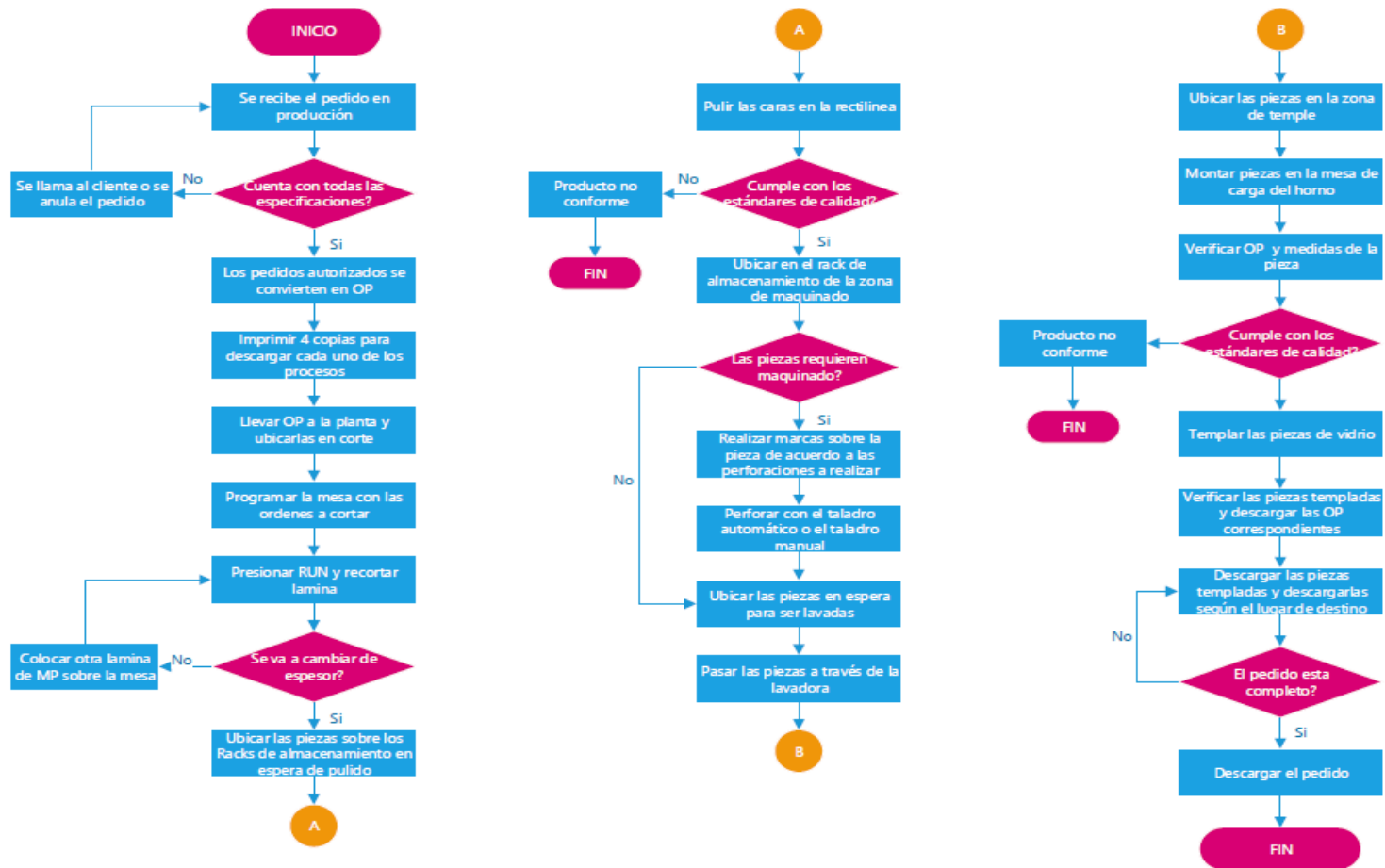
Aquí el operario toma el vidrio, hace lectura de las especificaciones para saber si es necesario en el vidrio poner sellos de (del cliente o de VITELSA S.A o algún sello que sea requerido), se coloca el sello en el lugar establecido este vidrio se pone en el horno de templado que es transportado por rodillos hasta el horno donde a temperaturas de 650 a 700 °C dependiendo el espesor de vidrio. Cuando el vidrio está dentro del horno unos rodillos mantienen un movimiento oscilatorio hacia delante y hacia atrás para evitar la flexión del vidrio. Posterior a este tratamiento el vidrio es pasado a la otra parte del horno donde recibe un cambio brusco de temperatura soplando aire frío a presión controlada, cuando es terminado este proceso sale como producto terminado y es llevado por medio de operarios a la bodega de despachos.

- **PRODUCTO TERMINADO**

Después de tener el producto terminado en bodega, este procede a ser despachado a cada cliente, por lo general VITELSA S.A se compromete con el cliente a entregar el vidrio 3 días después de la orden de compra, generalmente se hacen despachos de mercancía uno en la mañana para zonas de Bucaramanga y otro en la noche para empezar a repartir a las 4 de la mañana para fuera de la ciudad.

4.3.1 Diagrama de flujo. Los diagramas que se muestran a continuación, resume la secuencia y actividades que se realizan durante la producción de vidrio templado en la empresa VITELSA S.A.

Ilustración 12. Diagrama de flujo



Fuente: VITELSA S.A, Sistema de gestión de calidad 2014

4.3.1.1 Diagrama de recorrido actual empresa Vitelsa S.A. El proceso de vidrio templado inicia desde la recepción de materia prima y termina en la sección de despacho, este recorrido se muestra en la ilustración 8.

Ilustración 13. Recorrido fabricación de vidrio



Fuente: VITELSA S.A, Sistema de gestión de calidad 2014

5. APLICACIÓN DE MÉTODOS ERGONÓMICOS

5.1 SELECCIÓN DEL CARGO

Existen diversos métodos para realizar la valoración de riesgos por lesiones musculoesqueléticas asociados a los puestos de trabajo, los cuales varían en su procedimiento y alcance. La empresa VITELSA S.A; cuenta con 7 áreas en la planta de producción en la que se realiza el proceso de transformación del vidrio. Con el propósito de realizar la selección de los puestos de trabajo a evaluar, se realizó una identificación general de los más afectados, y seguido a esto se evalúan los puestos faltantes.

En el estudio se evaluaron 5 puestos de trabajo los cuales se nombran a continuación.

- ✓ Corte
- ✓ Rectilínea (pulido)
- ✓ Maquinado
- ✓ Lavado
- ✓ Temple

Cada uno de estos puestos de trabajo presentan lesiones musculoesqueléticas relacionados con la tarea que realiza el trabajador en el puesto asignado. (Cuadro 7).

Cuadro 7. Puesto alisado y tipo de riesgo evaluado

PUESTO	TIPO DE RIESGO
CORTE	Movimientos repetitivos
RECTILÍNEA	Manipulación manual de cargas
MÁQUINADO	Posturas forzadas
LAVADO	Manipulación manual de cargas
TEMPLE	Manipulación manual de cargas

5.2 TRABAJO DE CAMPO

Para la realización del diagnóstico se realizaron visitas a la empresa con el fin de recopilar información revisando los manuales de funciones y realizando preguntas a los trabajadores sobre su salud. Al igual que observaciones en los puestos de trabajo de posturas inadecuadas, repetición de movimientos y manipulaciones de carga (tareas con mayor carga potencial).

Una vez seleccionadas estas tareas se realizó un estudio diagrama a partir de:

- ✓ Grabaciones de video de la actividad durante un tiempo determinado.
- ✓ Medidas de los puestos de trabajo, fundamentalmente dimensiones, alturas, profundidades y alcances.
- ✓ Fuerzas ejercidas y pesos manipulados.
- ✓ Datos de la producción
- ✓ Información sobre turnos, rotaciones, duración de descansos, etc.

Para este análisis se realizó una prueba piloto a cada uno de los puestos para identificar los riesgos de LME.

5.3 SELECCIÓN METODOLOGIA DE EVALIACIÓN

Los métodos de evaluación de riesgos por lesiones musculo esqueléticas utilizados en los puestos de trabajo de la empresa VITELSA S.A serán los siguientes:

- ✓ Para las lesiones por movimientos repetitivos utilizaremos el método OCRA.
- ✓ Para las lesiones causadas por posturas forzadas el método REBA.
- ✓ Finalmente para manipulaciones manuales de carga la ECUACIÓN DE NIOSH.

A continuación se muestra los resultados obtenidos en cada puesto de trabajo.

La estructura para los informes fue el siguiente:

- ✓ **Descripción general de la tarea y el puesto de trabajo:** incluye la descripción y objetivo del puesto de trabajo, ubicación en el proceso productivo, las tareas que se realizan, máquinas utilizadas y aspectos relacionados con la evaluación (repetitividad, pesos manejados y posturas).
- ✓ **Evaluación del puesto de trabajo:** se nombran las posturas fundamentales adoptadas por el trabajador y los factores en lo que se realizaría la mejora.
- ✓ **Recomendaciones y rediseño del puesto de trabajo:** las recomendaciones se nombran en el siguiente capítulo.

5.3.1 Mesa de corte automática.

Ilustración 14. Mesa de corte



5.3.1.1 Descripción de la tarea y del puesto. Cuando el vidrio llega a la mesa de corte automático, el operario toma la orden de producción y programa por medio del software los cortes óptimos de acuerdo a la orden, luego de programar el software se oprime un botón que es el que da la orden de corte.

TAREAS PRINCIPALES

1. La primera tarea que realiza el operario es tomar la orden de producción donde se encuentran las especificaciones de los cortes, digita todos los cortes en el software.
2. Luego de digitar presiona un botón que da la orden y gira otro para que realice los cortes.

3. Estas tareas las hace durante la jornada de 8 horas con un descanso de 20 minutos para las onces.

Ninguno de los trabajadores de este puesto realiza rotación a otros puestos, y ocasionalmente tienen espacios de recuperación.

MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

En este puesto solo se utiliza un computador, mouse, teclado y un lapicero para firmar la orden.

La máquina que utiliza el operario cuenta con dos botones los cuales son manipulados manualmente, uno de ellos es para dar la orden de corte que se oprime y el otro se gira dando así la orden para que empiece a cortar.

Ilustración 15. Máquina de corte automático



En cuanto a las dimensiones de la máquina la altura es de 90 cm, la profundidad de teclado y el mouse es de 25 cm y la altura del computador es de 10cm de la superficie.

5.3.1.2 Evaluación de puesto de trabajo. A continuación se presentan los datos tomados en el análisis detallado para el puesto de trabajo utilizando el método OCRA¹⁹.

Tabla 3. Total de acciones técnicas realizadas en el turno

	EXTREMIDAD DERECHA	EXTREMIDAD IZQUIERDA
ACCIONES/CICLO	7	3
DURACIÓN DEL CICLO (SEG)	48	29
FRECUENCIA (MIN)	19	10
DURACION DE LA TAREA (MIN)	420	420
TOTAL ACCIONES OBSERVADAS	7980	4200

Tabla 4. Resultados obtenidos en cada extremidad

Zona corporal	Acciones Técnicas	Tiempo (seg)/ ciclo	Nivel esfuerzo (Borg)	Factor multiplicador	Tiempo promedio (seg)	Tiempo promedio (min)
MANO DERECHA	Tomar	6	apenas perceptible	0,5	3	0,05
	Mover	15	Débil	2	30	0,5
	Digitar	9	Débil	2	18	0,30
	Coger	14	Débil	2	28	0,5
	Digitar	7	muy débil	1	7	0,12
	Presionar	5	Moderado	3	15	0,25
MANO IZQUIERDA	Total	56			101	1,7
	Coger	5	muy débil	1	5	0,08
	sostener	20	apenas perceptible	0,5	10	0,17
	Girar	6	Moderado	3	18	0,30
	Total	31			33	0,55

¹⁹ Se recomienda ver ANEXO C. Método OCRA .

Se calcula el factor multiplicador para cada extremidad y se calcula el índice OCRA.

Tabla 5. Resultados acciones recomendadas

	CF	FO _{MJ}	PO _{MJ}	AD _{MJ}	RE _{MJ}	RC _M	DU _M	TOTAL ACCIONES RECOMENDADAS
EXTREMIDAD DERECHA	30	0,65	0,6	0,6	1	0,45	420	1327
EXTREMIDAD IZQUIERDA	30	0,85	0,7	0,7	1	0,45	420	2362

5.3.1.3 Análisis índice OCRA. Al realizar los cálculos de cada uno de los factores se encuentran los siguientes resultados.

Tabla 6. Resultados índice OCRA.

	EXTREMIDAD DERECHA	EXTREMIDAD IZQUIERDA
ACCIONES OBSERVADAS	7980	4200
ACCIONES RECOMENDADAS	1327	2362
ÍNDICE OCRA	6.01	1.78

Finamente la consulta de la tabla de clasificación de resultados (imagen 8). Permite ver el riesgo asociado al valor de índice OCRA obtenido y las acciones sugeridas por el método. Para identificar los niveles de riesgo el método propone un código de colores para identificar diferentes riesgos.

La escala de colores empieza en un color verde para riesgo óptimo o aceptable, pasando por un amarillo para indicar un riesgo muy ligero y finalmente un rojo en el que indica un riesgo medio o alto.

Ilustración 16. Nivel de riesgo

OCRA	NIVEL DE RIESGO
$\leq 2,2$	RIESGO ACEPTABLE
2,3 – 3,5	RIESGO INCIERTO
3,6 – 4,5	RIESGO INACEPTABLE LEVE
4,6 - 9	RIESGO INACEPTABLE MEDIO
$> 9,1$	RIESGO INACEPTABLE ALTO

Fuente: INSHT

En nivel de riesgo para nuestra tarea riesgo inaceptable medio y se recomienda rediseño del puesto de trabajo.

Tabla 7. Resultados nivel de riesgo

	EXTREMIDAD DERECHA	EXTREMIDAD IZQUIERDA
ÍNDICE OCRA	6.01	1.51
NIVEL DE RIESGO	Riesgo inaceptable medio	Riesgo aceptable

5.3.2 Rectilínea (pulido) y lavado. Las tareas que se realizan en estos puestos fueron evaluados de forma independiente y cuando se realizó el análisis se llega a la conclusión que son iguales y por esto se nombran en el mismo punto.

Ilustración 17. Lámina de vidrio



5.3.2.1 Descripción de la tarea. Cuando termina el proceso de corte dos operarios se encargan de transportar la lámina de vidrio a la máquina rectilínea donde se coloca de forma vertical, y pasa por la máquina hasta el otro lado, luego se transporta nuevamente al inicio y se vuelve a colocar la lámina este procedimiento se hace durante 4 veces para pulir todo sus bordes.

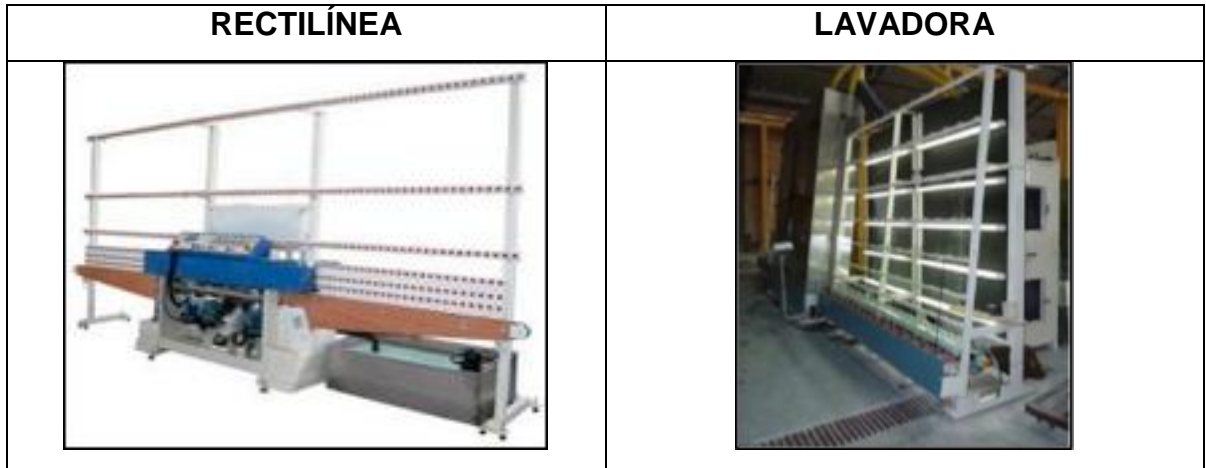
TAREAS PRINCIPALES

1. El operario toma el vidrio desde el piso para su levantamiento y ser transportado hasta la máquina rectilínea y en la lavadora vertical.
2. El trabajador levanta el vidrio cuatro veces desde la máquina rectilínea y lavadora.
3. Por último el operario lleva el vidrio a los guacales de producto en proceso.

MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

En este puesto se utilizan guantes de seguridad para el levantamiento de los vidrios. Se utiliza la máquina llamada rectilínea y lavadora.

Cuadro 8. Máquina rectilínea y lavadora



Las dimensiones que se utilizan en este puesto son las desplazamiento las cuales equivalen de 1 a 3 M de tener la lámina levantada. Y la altura del levantamiento es de 10cm del suelo. Y el peso del vidrio varía según su espesor y las medidas de la lámina cortada.

5.3.2.2 Evaluación del puesto de trabajo. Para calcular el método NIOSH²⁰ aplicado a este puesto de trabajo se deben evaluar por individual cada uno de los factores que la componen, Y así, calcular el límite de peso recomendado. Para esta tarea primero se calcula un promedio de levantamientos/min de los operarios el cual se muestra a continuación.

Tabla 8. Levantamientos por minuto

MUESTRA	A	B	C	D	E	PROMEDIO
MINUTOS	15	15	15	15	15	--
LEVANTAMIENTOS	13	7	9	11	12	9,6
LEV / MIN	0,87	0,47	0,6	0,73	0,8	3,48

²⁰ Se recomienda ver ANEXO D. ECUACIÓN DE NIOSH.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el estudio de puesto de trabajo.

Tabla 9. Resultados de la tarea

TAREA	Carga (kg)	H (cm)	V (cm)	D(cm)	A(grados)	Frecuencia (repeticiones /min)	Agarre
VARIABLE	14	28	30	70	45	10	MALO

Calculando la ecuación de NIOSH obtenemos los siguientes resultados.

Tabla 10. Resultados de límite de peso recomendado

COEFICIENTE	TAREA
LC	23
$HM=25/H$	0.83
$VM=[1-0,003(V-75)]$	0.85
$DM=0.82 + 4.5/D$	0.84
$AM=[1-(0,0032*A)]$	0.86
Frecuencia(ver en la tabla)	0.56
CM(tipo de agarre y V)	0.90
Límite de peso recomendado (LPR)= $23*HM*VM*DM*AM*FM*CM$	5.90

Para continuar con la evaluación la ecuación de NIOSH plantea por colores el nivel de riesgo IL (índice de levantamiento) y la recomendación para este. Como se muestra en el cuadro 9.

5.3.3 Índice de levantamiento.

$$IL = \frac{14}{5,90} = 2,37$$

Cuadro 9. Nivel de riesgo

ÍNDICE DE RIESGO IL	NIVEL DE RIESGO	ACTUACIONES	
IL ≤ 0.85	Bajo o tolerable	En este caso los trabajadores pueden efectuar la tarea sin peligro.	
0.85 < IL < 1	Significativo o moderado	Posibles actuaciones	Hacer un seguimiento durante algún tiempo y comprobar que el riesgo de manipulación es tolerable.
			Rediseñar la carga con el fin de reducir el nivel de riesgo.
1 < IL ≤ 2	Inaceptable, nivel bajo.	Se recomienda un rediseño de la carga o de la tarea, según las prioridades.	
2 < IL ≤ 3	Inaceptable, nivel medio	Se recomienda un rediseño de la carga o de la tarea, lo antes posible.	
IL > 3	Inaceptable, nivel alto	Se recomienda un rediseño de la carga o de la tarea, de forma inmediata.	

Fuente: INSHT

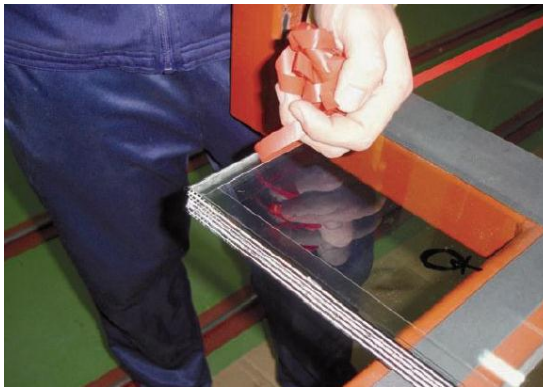
5.3.2.3 Análisis ecuación de Niosh. Para la tarea el IL tiene un resultado de 2,37, considerado un riesgo inaceptable, nivel bajo, y se recomienda un rediseño de la carga o de la tareas, según las prioridades.

Cuadro 10. Resultados ecuación de NIOSH

$2 < IL \leq 3$	Inaceptable, nivel medio	Se recomienda un rediseño de la carga o de la tarea, lo antes posible.
-----------------	-----------------------------	--

5.3.3 Maquinado.

Ilustración 18. Marcado manual



5.3.3.1 Descripción de la tarea. El vidrio con especificaciones de huecos circulares de diámetro no mayor a 10mm, o de boquetes, es remitido a esta sección donde un operario marca en una mesa el lugar en el que se debe perforar, después de previamente haber leído las especificaciones de la etiqueta, este operario transporta el vidrio a la sección de taladrado.

TAREAS PRICIPALES

1. El operario coloca el vidrio sobre la mesa y lee las especificaciones del cliente.
2. Luego de esto el trabajador toma un lápiz rojo y marca donde se deben realizar las perforaciones.
3. Terminada la marcación los operarios llevan el vidrio a la sección de taladrado.

MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Cuadro 11. Máquinas y herramientas

MESA	LAPIZ ROJO	ESCUADRAS
		

La altura de la mesa debe ser de 100 cm, y las herramientas se encuentran regadas por todo el puesto de trabajo.

5.3.3.2 Evaluación del puesto de trabajo. El método REBA²¹, inicia con la división del cuerpo en dos grupos, siendo el grupo A correspondiente a tronco, cuello y piernas, el grupo B forma parte de los miembros inferiores brazo, antebrazo y muñeca. Y se calcula una puntuación individual para cada grupo.

Tabla 11. Puntuación para cada uno de los grupos

	GRUPO A			GRUPO B		
	TRONCO	CUELLO	PIERNAS	BRAZO	ANTEBRAZO	MUÑECA
EXTREMIDAD DERECHA	5	3	3	2	2	1
EXTREMIDAD IZQUIERDA	5	3	3	2	1	1

Luego de tener cada una de las puntuaciones se calcula una puntuación intermedia llamada "puntuación C" y calcula sus incrementos. Se pueden observar en la tabla 16.

²¹ se recomienda ver ANEXO E. Método REBA.

Tabla 12. Resultados finales

	grupo a			grupo b			Puntuación c	Puntuación actividad	Puntuación final
	tronco	cuello	piernas	brazo	antebrazo	muñeca			
lado derecho	5	3	3	2	2	1	9	1	10
lado izquierdo	5	3	3	2	1	1	9	1	10

5.3.3.3 Análisis de método REBA. El método REBA clasifica la puntuación final en cinco rangos de valores. A su vez cada rango corresponde a un nivel de acción. Cada nivel de acción determina un nivel de riesgo y recomienda actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención.

El resultado será mayor, cuanto mayor sea el riesgo previsto para la postura, el valor 1 indica un riesgo inaceptable mientras que el valor máximo 15, establece que se trata de una postura de riesgo muy alto sobre al que se debería actuar de inmediato.

A continuación se muestra los niveles de riesgo en la ilustración 17.

Ilustración 19. Niveles de riesgo y acción

Niveles de riesgo y acción			
Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesaria
1	2-3	Bajo	Puede ser necesaria
2	4-7	Medio	Necesaria
3	8-10	Alto	Necesaria pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: INSHT

Los resultados para cada extremidad se nombran en la tabla 13.

Tabla 13. Resultados método REBA

	LADO DERECHO	LADO IZQUIERDO
PUNTUACION	10	10
NIVEL DE RIEGO	Alto	Alto
ACTUACION	Es necesaria la actuación cuanto antes.	Es necesaria la actuación cuanto antes.

5.3.4 Temple.




5.3.4.1 Descripción del puesto. El vidrio llega a horno horizontal después de ser cortado, pulido, taladrado, y lavado de sus impurezas, en esta sección el vidrio es levantado en forma vertical y luego es puesto en el horno de forma horizontal por el trabajador. En este punto el vidrio ya sale como producto terminado.

TAREAS PRINCIPALES

1. Levantamiento de la lámina desde los guacales de producto en proceso y es levantado hasta el horno horizontal para empezar el proceso de temple.
2. El operario espera el vidrio al otro lado del horno para ser puesto en los guacales de producto terminado y llevado a despacho.

MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS

Cuadro 12. Máquina y herramientas temple

HORNO TEMPLADO	LAMINAS DE VIDRIO	GÚANTES
		

Las dimensiones de las láminas de vidrio varían dependiendo las especificaciones del cliente, la mesa de temple se encuentra a una altura de 30 m, y los guantes los trabajadores poco utilizan porque son incómodos.

5.3.4.2 Evaluación ecuación Niosh. En el numeral anterior se nombra una breve descripción de cómo se calcula la educación de NIOSH. Se tomaron 5 muestras, donde me muestra el número de levantamientos que tiene el trabajador durante un periodo de tiempo de 15 minutos.

Tabla 14. Levantamientos por minuto.

MUESTRA	A	B	C	D	E	PROMEDIO
MINUTOS	15	15	15	15	15	--
LEVANTAMIENTOS	14	12	10	12	9	10,6
LEV / MIN	0,93	0,8	0,66	0,8	0,6	3,79

Los resultados evaluados en el puesto de trabajo son los siguientes.

Tabla 15. Resultados

TAREA	Carga (kg)	H (cm)	V (cm)	D(cm)	A(grados)	Frecuencia (repeticiones /min)	Agarre
VARIABLE	14	28	30	90	48	11	MALO

Se calcula el límite de peso recomendado

Tabla 16. Resultados límite de peso recomendado

COEFICIENTE	TAREA
LC	23
HM=25/H	0.71
VM=[1-0,003(V-75)]	0.85
DM=0.82 + 4.5/D	0.87
AM=[1-(0,0032*A)]	0.84
Frecuencia(ver en la tabla)	0.59
CM(tipo de agarre y V)	0.90
Límite de peso recomendado (LPR)=23*HM*VM*DM*AM*FM*CM	5.38

ÍNDICE DE LEVANTAMIENTO

$$IL = \frac{14}{5,38} = 2,61$$

5.3.4.3 Análisis de la ecuación de Niosh. Se calculó el índice de levantamiento y el nivel de riesgo es inaceptable se recomienda un rediseño de la carga o la tarea lo antes posible.

Cuadro 13. Resultados ecuación NIOSH

$2 < IL \leq 3$	Inaceptable, nivel medio	Se recomienda un rediseño de la carga o de la tarea, lo antes posible.
-----------------	-----------------------------	---

5.4 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO

Después de realizar la evaluación de cada una de los puestos de trabajo con los métodos, se puede observar que las tareas de movimientos repetitivos (método OCRA), posturas forzadas (método REBA) y manipulación manual de carga (ecuación NIOSH), tienen niveles de riesgos altos los cuales indican que estas tareas requieren de un rediseño en el puesto de trabajo.

Cada uno de los puestos fue evaluado con un método diferente, al momento de hacer la evaluación se observa que en un solo puesto se pueden evaluar varios métodos , se tendrán en cuenta estas evaluaciones para que la empresa VITELSA S.A tome una decisión con respecto a los rediseños que se deben realizar.

6. RECOMENDACIONES DE REDISEÑO

Las recomendaciones y mejoras para el rediseño de los puestos de trabajo afectados por lesiones musculo esqueléticas se nombran a continuación.

En primer lugar se analizó el diagrama de recorrido actual de proceso productivo, se observa una distribución deficiente en la planta VITELSA S.A ubicada en Bucaramanga, algunas de estas demoras, deformidad general de la planta, existencia de distancia muy largas entre procesos consecutivos; esto nos indica que no se planeó ninguna distribución al momento de montar la planta, uno de los objetivos específicos es realizar el rediseño de los puestos de trabajo pero para poder mejorar esto se plantea a la empresa VITELSA S.A realizar un rediseño de la planta, este rediseño se nombra a continuación al igual que cada uno de los puestos de trabajo analizados.

6.1 RECOMENDACIONES PARA LOS PUESTOS DE TRABAJO INTERVENIDOS

Se nombran algunas condiciones encontradas en la planta y que servirán para el rediseño de esta.

- Congestión de materiales, debido al alto stock que se maneja en la materia prima.
- Largas distancias entre procesos consecutivos que hacen que el operario sostenga piezas de vidrio por mucho tiempo, ocasionando excesiva manipulación de carga y mayor riesgo de accidentalidad.
- Condiciones inadecuadas de iluminación ventilación, ruido, limpieza, etc.; se sugiere adecuar programas donde se involucren al total los empleados.

- Poco interés del personal en la utilización de herramientas de mantenimiento preventivo, los operarios no están apropiados de su puesto de trabajo y muchas veces las máquinas son descuidadas o sobre utilizadas.

Con el diagnóstico se plantea el nuevo rediseño de planta VITELSA S.A. Esta distribución fue diseñada en el programa Microsoft Visio 2012 como se puede observar en el ANEXO F.

Se visualiza otra forma de organización de la maquinaria permitiendo una línea de producción continua y mejora ergonómicamente para los trabajadores.

6.1.1 Puesto: Mesa de Corte.

TIPO DE RIESGO: movimientos repetitivos

Las recomendaciones para la mesa de corte se muestran a continuación.

Tabla 17. Recomendaciones mesa de corte

ORDEN	RECOMENDACIÓN
1	Superficie de trabajo
2	Profundidad puesto de trabajo
3	Brazo para sostener orden

1. Superficie de trabajo

- Se recomienda subir la superficie donde se encuentran ubicados el mouse y teclado a una altura de 108 cm desde el suelo, con lo que disminuye la puntuación del factor multiplicador de postura; la extremidad derecha disminuiría en la postura de codo y muñeca a 2. Y la izquierda disminuiría en la postura de hombro, muñeca y codo a 1 y 2 respectivamente. Con estos cambios se reduce la flexión del cuello sin causar daño la postura de brazos.

- Se debe colocar una tarima para el computador a una altura de 20 cm sobre la superficie para que la flexión del cuello no se ve afectada y el trabajador pueda ver siempre en frente y no tenga que flexionar su cuello para digitar.

2. Profundidad puesto de trabajo

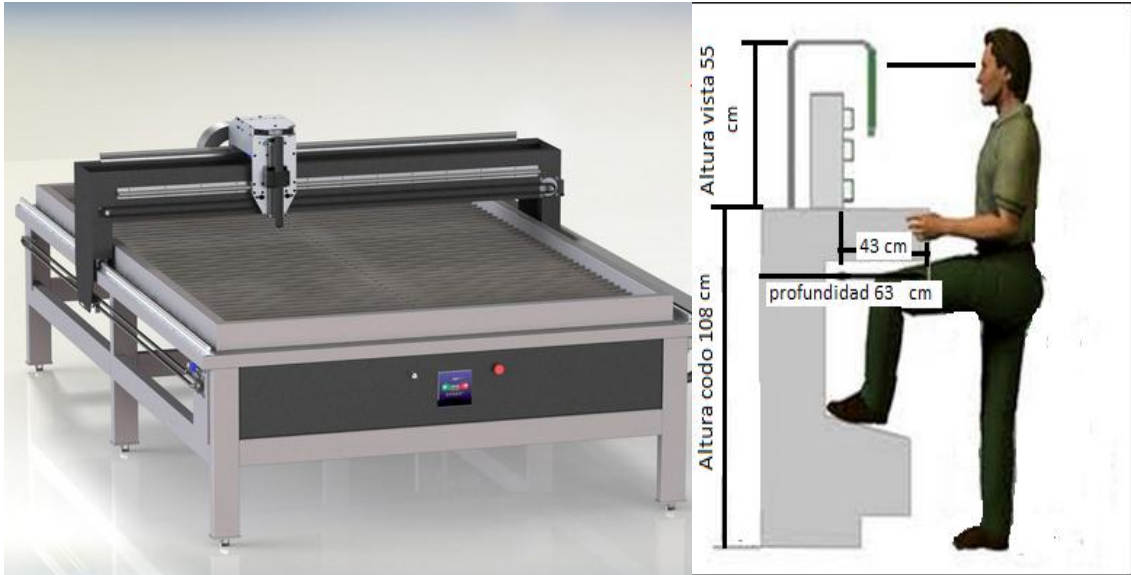
- En este punto lo que se debe adecuar el teclado y el mouse a una distancia adecuada para minimizar las flexiones de los brazos y la muñeca. El alcance óptimo para el teclado y mouse sería entre 32 y 42 cm de profundidad respectivamente, al igual que los botones de orden deberían estar en la misma profundidad. La profundidad máxima sería de 63 cm.

3. Brazo para sostener orden

- Para este punto se recomienda colocar un brazo que sostenga la orden a la misma altura del computador para evitar flexión en el brazo izquierdo y en el cuello. Con lo que disminuye el factor de agarre para la extremidad izquierda a 2, y el factor multiplicador pasaría de 0.6 a 0.7, por tanto esto ayuda a que el riesgo se moderado o leve.
- También se recomienda que la orden tenga un código de barras donde venga toda la información y se vea en otro computador, así el trabajador no tendrá que sostener la orden durante todo el proceso de digitación.

REDISEÑO DEL PUESTO

Ilustración 20. Rediseño mesa de corte



6.1.2 Puesto: Rectilínea (pulido) y lavado.

TIPO DE RIESGO: manipulación manual de carga

Las recomendaciones se presentan en la siguiente tabla para los dos puestos dado que tienen tareas similares y se requiere del mismo rediseño.

Tabla 18. Recomendaciones rectilínea y pulido

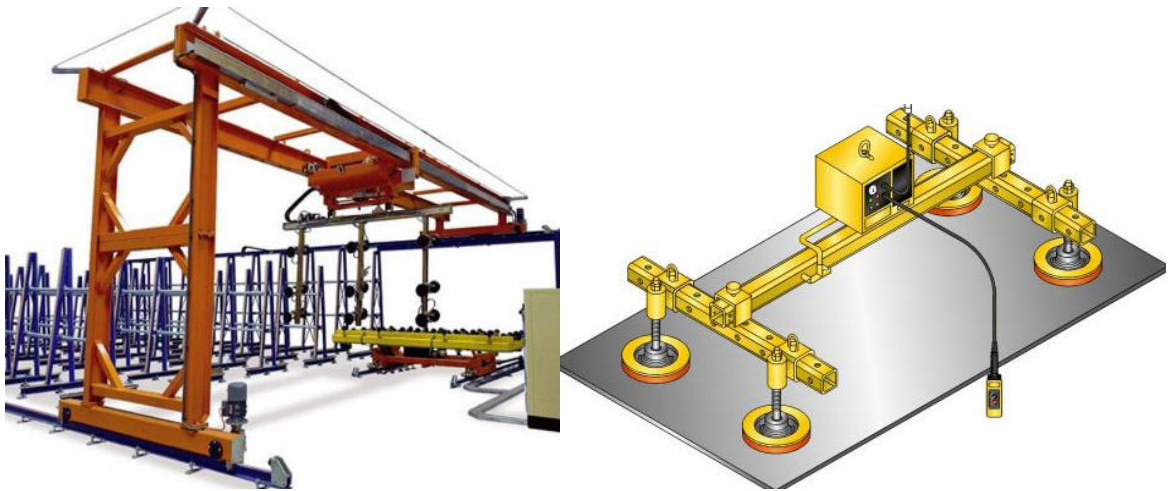
ORDEN	RECOMENDACIÓN
1	Elevadora automática
2	Ventosas manuales

1. Elevadora automática:

Se recomienda una elevadora automática con ventosas para esta tarea y así evitar malas posturas en manipulación de carga y sobre esfuerzos. Hay que tener en cuenta que se debe garantizar un espacio libre de objetos, en la zona de trabajo, de 2 m² como mínimo.

Con lo que se disminuye la distancia vertical, horizontal y el ángulo de simetría en los coeficientes a 1, por lo tanto pasaría de un riesgo inaceptable nivel medio a un riesgo significativo o moderado con un límite de peso recomendado de 9 kg. Sería mayor del que aparece en el estudio.

Ilustración 21. Elevadoras automáticas



2. Ventosas manuales

Si la empresa no cuenta con todo el presupuesto o el espacio para instalar las elevadoras automáticas se recomienda también las ventosas manuales, estas disminuirían la manipulación de carga, se utilizaría de forma individual para cada trabajador.

Ilustración 22. Ventosas manuales



6.1.3 Maquinado.

PUESTO: MARCADO

TIPO DE RIESGO: posturas forzadas

Tabla 19. Recomendaciones marcadas

ORDEN	RECOMENDACIÓN
1	Alturas de superficie
2	Orden y limpieza
3	Mesa marcado
4	Sellos y regletas

1. Altura de la superficie

Una altura adecuada de las zonas de trabajo de las manos facilita la eficiencia del trabajador y reduce la fatiga. Si la superficie de trabajo es demasiado alta (140 cm), el cuello y los hombros se tornan rígidos y se produce dolor en los mismos,

pues los brazos deben mantenerse en alto. Si la superficie es demasiado baja (70cm), es fácil que aparezca dolor en la zona baja de la espalda, una altura adecuada sería a la altura de los codos (108cm) para evitar flexiones en los brazos y muñecas. Con lo que disminuye la puntuación para el grupo A (tronco, cuello y piernas) a 5.

2. Orden y limpieza

- Mantener las mesas libres de obstáculos o desechos de vidrio.
- Mantener las herramientas de trabajo en perfecto estado para que la manipulación de estas no se convierta en tortura y genere lesiones al trabajador.
- Usar elementos de almacenaje (repisas, cajones, contenedores, carros de herramientas, ganchos en la pared, tableros de herramientas, sistemas para tener las herramientas colgadas del techo. Los paneles es interesante que lleven el perfil de las herramientas para que siempre se guarden en el mismo sitio. El etiquetado también puede ayudar a almacenar y encontrar más fácilmente herramientas y piezas.

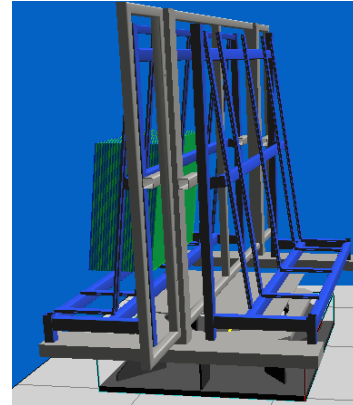
3. Mesa de marcado

Las posturas forzadas que adopta el operario en esta tarea son especialmente de tronco, brazos, mano, muñeca y piernas. Las recomendaciones ergonómicas para mejorar este factor son las siguientes:

- La altura de trabajo debe estar adaptada tanto al trabajador como al tipo de tarea, esta debe ser de 100 cm a 108 cm.
- La mejor forma de asegurar esto es mediante la implementación de tecnologías que permita regular la altura del plano de trabajo como: Las mesas elevadoras y giratorias son elementos que permiten subir y bajar las piezas a la

altura deseada sin necesidad de esfuerzo manual por parte de trabajador. Facilitan la ubicación de las piezas a la altura de trabajo requerida por el trabajador en cada momento evitando posturas inadecuadas de cuello, espalda y brazos.

Ilustración 23. Mesa elevadora y giratoria

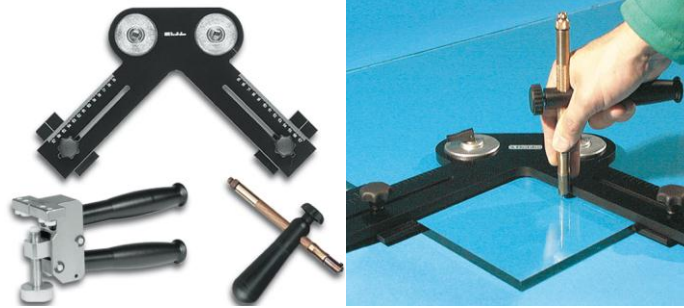


4. Sellos y regletas

- Se recomienda cambiar el lápiz por un sello, que sea visible y no se borre para que el operario de la sección de taladrado lo pueda ver.
- Se recomienda también cambiar las escuadras o reglas por un juego de herramientas para marcado de vidrio²². Con lo que disminuye que a la puntuación del grupo B se le suma un punto dado que con estas herramientas el agarre sería bueno o sea 0.

²² Se recomienda ver página web. herramientas para la fabricación de vidrio templado <http://www.bohlegroup.com/shop/maquinaria_para_la_manufactura_del_vidrio_ES::4:::722.htm>

Ilustración 24. Juego de herramientas



6.1.4 Puesto: Temple.

TIPO DE RIESGO: Manipulación de carga

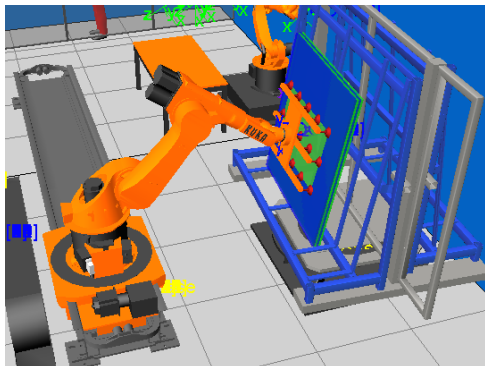
Tabla 20. Recomendaciones temple

ORDEN	RECOMENDACIÓN
1	Robots industriales

1. Robots industriales :

- Se recomienda usar unos robots industriales de referencia Ks-400 offboard para el levantamiento del vidrio de forma horizontal y colocarlo de forma vertical. Para evitar manipulación de cargas por medio del trabajador.

Ilustración 25. Robot industrial Ks-400



7. ANÁLISIS DEL IMPACTO Y DE LOS COSTOS ASOCIADOS A LAS PROPUESTAS PLANTEADAS

7.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE LAS PROPUESTAS PLANTEADAS

En este capítulo se describe el análisis financiero de las propuestas el cual provee importante información a los inversionistas respecto a la conveniencia de llevar a cabo el proyecto. Las propuestas planteadas se encuentran en los siguientes puestos de trabajo: corte, rectilínea, lavado, maquinado y temple.

La metodología utilizada para este análisis es mediante la tasa interna de retorno de la inversión de los cinco puestos de trabajo. Se realizaron dos propuestas: la primera con ventosas automáticas y la segunda con ventosas manuales debido a que la empresa tiene el interés por estos análisis para la toma de decisiones futuras, para el mejoramiento de la producción y cuidar la salud de sus trabajadores.

La cotización se realizó con proveedores de Bucaramanga, Bogotá y EEUU, las máquinas que son importadas incluyen los costos de importación y nacionalización.

7.1.1 Costos Incurridos. Se realiza una recopilación de los costos que se incurrirían en cada una de las propuestas, teniendo en cuenta importaciones, transporte e instalaciones.

En la tabla 21 se observan los costos que abarca la propuesta de las ventosas automáticas.

Tabla 21. Costos ventosas automáticas

Activo	Proveedor	Valor	Cantidad	Valor total
Mesa de computador	Enrique Salazar	\$450.000	1	\$450.000
Ventosa automática	Unión hidráulica	\$38.962.083	4	\$155.848.332
Mesa elevadora	Paypal	\$28.560.980	2	\$57.121.960
Herramientas para marcado	Bohel	\$5.467.893	2	\$10.935.786
Robot industrial ks-400	Welding Industria	\$83.055.060	1	\$83.055.060
TOTAL				\$307.411.138

En la tabla 22 se visualiza el escenario de las ventosas manuales, las cuales tienen un nivel de aseguramiento menor a las automáticas en cuanto lesiones musculo esqueléticas y gastos accesibles de adquirir para la empresa.

Tabla 22. Costos ventosas manuales

Activo	Proveedor	Valor	Cantidad	Valor total
Mesa de computador	Enrique Salazar	\$450.000	1	\$450.000
Mesa elevadora	Paypal	\$28.560.980	2	\$57.121.960
Ventosas manuales	Mercado Libre	\$180.000	30	\$5.400.000
TOTAL				\$62.971.960

7.1.2 Ingresos Generados. Se estableció el valor de los ingresos que tendría la empresa con cada una de las propuestas, teniendo en cuenta que el sector arquitectónico va en aumento no solo en ciudad de Bucaramanga sino a nivel nacional. Teniendo en cuenta las proyecciones sectoriales y macroeconómicas de Fedesarrollo, revelan la expectativa de mayores tasas de crecimiento en los años 2015 y 2016, pero especialmente en este último año, donde se proyecta un crecimiento del 4.7% del PIB total, mientras que para el sector constructor el mayor crecimiento se proyecta para el 2015 con un 5.8%.²³

²³ CENAC, Centro de estudio de la construcción y desarrollo urbano y regional. Colombia y 14 ciudades principales. . [Consultado 10 Oct. 2014].

En el ANEXO G se pueden observar los posibles aumentos porcentuales en el balance general de Vitelsa S.A por los 5 años de la inversión, elaborado con la colaboración del personal comercial de la organización

En la tabla 23 se visualiza el 3% de ganancia de aumento porcentaje de producción por utilizar las ventosas automáticas y una reducción de indicios lesiones laborales aproximadamente de \$5.000.000 anual.

Tabla 23. Ingresos propuesta 1. Ventosas automáticas

Año	Valor del % de aumento de producción	Lesiones laborales	TOTAL INGRESOS
1	\$ 21.194.973	\$ 5.000.000	\$ 26.194.973
2	\$ 26.069.817	\$ 5.000.000	\$ 31.069.817
3	\$ 32.847.969	\$ 5.000.000	\$ 37.847.969
4	\$ 42.373.880	\$ 5.000.000	\$ 47.373.880
5	\$ 56.357.261	\$ 5.000.000	\$ 61.357.261

En la tabla 24 se observa un 2,7% de ganancia por aumento de producción con la utilización de las ventosas manuales y un valor de \$2.000.000 anual por posibles indicios de lesiones esqueléticas

Tabla 24. Ingresos segunda propuesta. Ventosas manuales

Año	Valor del % de aumento de producción	Lesiones laborales	TOTAL INGRESOS
1	\$ 17.662.478	\$ 2.000.000	\$ 19.662.478
2	\$ 21.724.847	\$ 2.000.000	\$ 23.724.847
3	\$ 27.373.308	\$ 2.000.000	\$ 29.373.308
4	\$ 35.311.567	\$ 2.000.000	\$ 37.311.567
5	\$ 46.964.384	\$ 2.000.000	\$ 48.964.384

7.1.3 Tasa interna de retorno. Es una tasa porcentual que indica la rentabilidad promedio anual que genera el capital que permanece invertido en el proyecto, es la tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea igual a cero.

Se calcula la tasa interna de retorno en cada uno de los proyectos con la siguiente formula:

$$A = \frac{Q1}{(1+k)^1} + \frac{Q2}{(1+k)^2} + \frac{Q3}{(1+k)^3} + \frac{Q4}{(1+k)^4} + \frac{Q5}{(1+k)^5}$$

Teniendo en cuenta que:

A= inversión inicial

Qi= flujos de caja de cada año del proyecto

K =tasa interna de retorno

Se utiliza la tabla 25 para analizar los resultados de la TIR de las dos propuestas.

Tabla 25. Análisis TIR vs Tasa de descuento

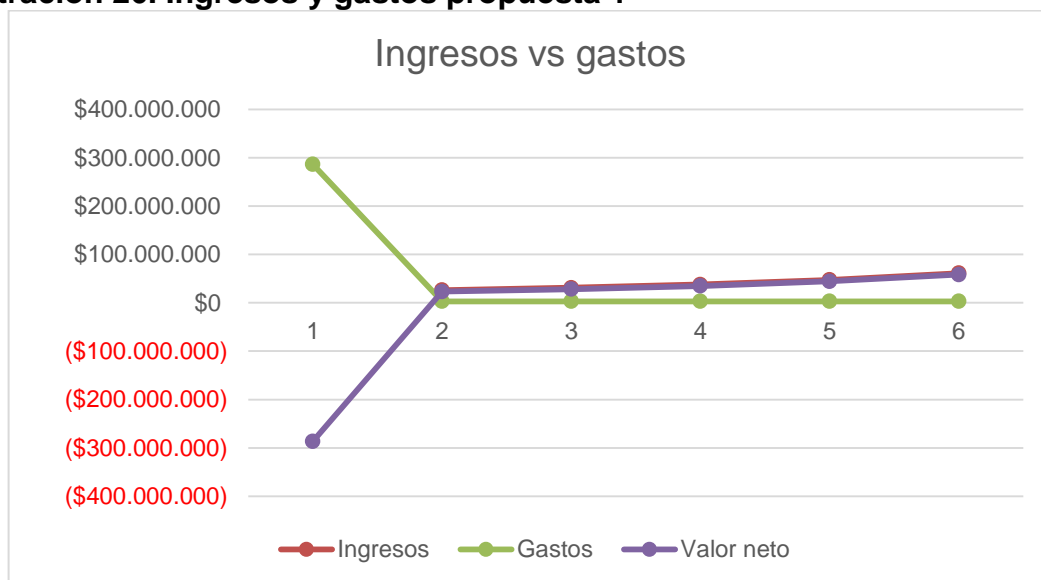
			Decisión	Razón
TIR	>	Tasa de descuento	aceptar	crea valor
TIR	=	Tasa de descuento	aceptar	rinde lo esperado
TIR	<	Tasa de descuento	rechazar	Destruir valor

7.1.4 Propuestas. En la tabla 26 se muestra la recopilación de los ingresos y gastos con la propuesta de las ventosas automáticas con su respectiva ilustración

Tabla 26. Análisis ingresos y gastos propuesta 1

Año	Ingresos	Gastos	Valor neto
0		\$ 286.361.138	-\$286.361.138
1	\$ 26.194.973	\$ 3.000.000	\$ 23.194.973
2	\$ 31.069.817	\$ 3.000.000	\$ 28.069.817
3	\$ 37.847.969	\$ 3.000.000	\$ 34.847.969
4	\$ 47.373.880	\$ 3.000.000	\$ 44.373.880
5	\$ 61.357.261	\$ 3.000.000	\$ 58.357.261

Ilustración 26. Ingresos y gastos propuesta 1



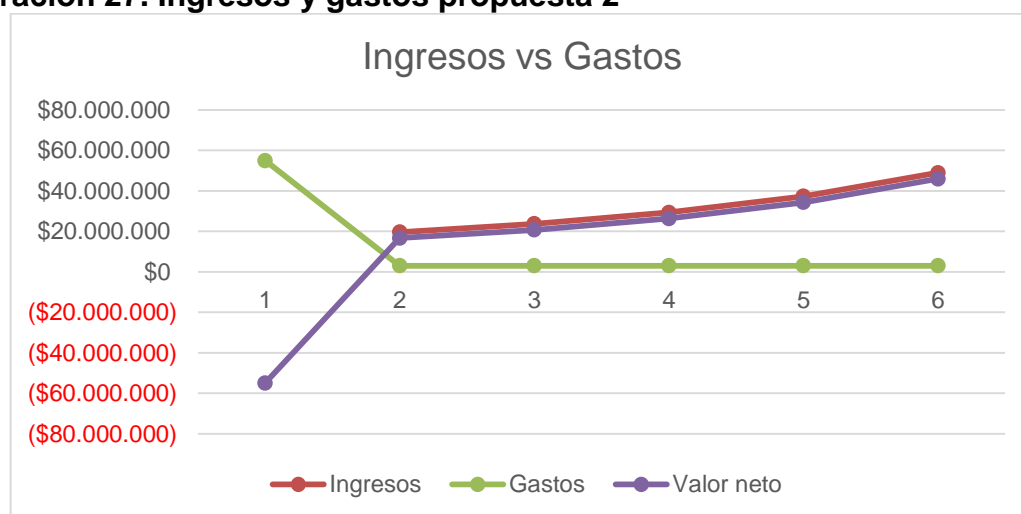
Se calculó la TIR con la formula mencionada en el numeral anterior con cada uno de los valores incurridos para esta propuesta, cuyo resultado es de -11,02%, lo cual no resulta viable para la empresa puesto que la tasa de descuento ofrecida por el Banco de la República²⁴ es del 5%, por lo tanto se estaría destruyendo valor si se implementa esta propuesta

²⁴ Banco de la Republica consultado en: <http://www.banrep.gov.co/>

Tabla 27. Análisis ingresos y gastos propuesta 2

Año	Ingresos	Gastos	Valor neto
0		\$ 54.921.960	-\$ 54.921.960
1	\$ 19.662.478	\$ 3.000.000	\$ 16.662.478
2	\$ 23.724.847	\$ 3.000.000	\$ 20.724.847
3	\$ 29.373.308	\$ 3.000.000	\$ 26.373.308
4	\$ 37.311.567	\$ 3.000.000	\$ 34.311.567
5	\$ 48.964.384	\$ 3.000.000	\$ 45.964.384

Ilustración 27. Ingresos y gastos propuesta 2



Si se implementa la propuesta 2, la tasa interna de retorno sería aproximadamente del 35,07% lo cual resulta viable para Vitelsa S.A, porque la tasa interna de retorno es mayor a la tasa de descuento por lo cual estaría creando valor, aumentando la productividad y previniendo las lesiones esqueléticas causadas por las jornadas laborales de los operarios.

7.2 ESTIMACIÓN DEL IMPACTO QUE TENDRA EL PROYECTO

En el presente documento se realizó una evaluación de riesgos por lesiones musculo esqueléticas para el área de producción, al igual que una serie de

recomendaciones para cada uno de los puestos de trabajo evaluados por los métodos ergonómicos seleccionados.

A la empresa se le hace entrega del documento, y se espera que se realice su implementación dado que esto mejoraría su productividad y el bienestar de los trabajadores.

A continuación se nombran algunos beneficios que traerá el proyecto si la empresa decide implementarlo.

Con el análisis obtenido de la TIR en las propuestas planteadas se recomienda a Vitelsa S.A realizar la inversión de las ventosas manuales, le crea valor a la empresa y mejora la productividad reduciendo la aparición de lesiones músculo esqueléticas en sus empleados, por otra parte las ventosas automáticas no generan valor a la empresa pero podrían ser un plus innovador para la organización si se pudiera acceder a un plazo mayor para el crédito de dicha inversión.

8. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este proyecto se pudo observar que la empresa debe realizar un mejoramiento de procesos y estimar las propuestas planteadas para conseguir beneficios a corto plazo, como una adecuada asignación de espacios para cada material, orden y limpieza dentro de las diferentes áreas de la empresa, disminución de tiempos en el proceso y reducción de despilfarros.

El estudio en los puestos de trabajo, permitió aplicar varias herramientas y técnicas aprendidas a través de nuestra formación profesional, lo que permite poner en práctica dichos conocimientos en una empresa con altos estándares de operación y que sin embargo, se espera que sea posible modificar y llevar a cabo todas las recomendaciones planteadas y así optimizar su área de producción.

Se pudo encontrar también que aparte de que la salud de los trabajadores se ve afectada por lesiones musculoesqueléticas, la empresa al momento de tomar la decisión de implementar el rediseño de sus puestos de trabajo debe hacer un mejoramiento de procesos y así se verá reflejado a corto plazo una mejora continua en su área de producción.

VITELSA S.A, no lleva un registro de los tiempos empleados en cada uno de los puestos de trabajo para el proceso de vidrio templado, por falta de estos tiempos se pudo observar que al aplicar cada uno de los métodos ergonómicos en los puestos de trabajo, el factor de recuperación siempre se veía afectado, por este motivo los trabajadores pueden llegar a sufrir lesiones musculoesqueléticas.

En el desarrollo de este proyecto se observó que al evaluar los puestos de trabajo se debe tener actividades específicas de la tarea que se desea evaluar ya que hay varios métodos que comprenden varios aspectos dentro de la evaluación, y puede

que en alguno de estos puestos se puedan evaluar dos métodos ergonómicos al mismo tiempo.

Se concluye que la empresa VITELSA S.A., debe estimar el impacto que tendrá el proyecto, ya que este traerá beneficios tanto para su área de producción y sus trabajadores, y así la empresa no tendrá que preocuparse en algún momento por el costos que puede traer una lesión en sus operarios, las propuestas que se plantean son asequibles para la empresa; al igual que este proyecto se puede llevar a cabo en sus otras plantas

9. RECOMENDACIONES

El equipo de VITELSA S.A. es consciente que las soluciones que se plantean deberían implementarse en la empresa y también realizar la evaluación en el área administrativa, el rediseño de la planta y los rediseños de los puestos de trabajo traen beneficios no solo para la mejora en el flujo de producción de la empresa y el manejo de materiales, sino para la salud del personal.

El área de producción debe comprometerse a estudiar y realizar las respectivas capacitaciones para la utilización correcta de las máquinas que se nombran en este proyecto, y así continuar a conciencia el proceso de mejora de flujo productivo y crecimiento de la empresa.

Por otra parte se recomienda que es necesario continuar con la investigación relacionada con el estudio del sector, por cuanto se puede construir más información que contribuya al análisis del mismo; se pueden realizar estudios en cuanto a la medición de la productividad, estudios para lograr una administración de la cadena de abastecimiento y la administración de la relación con los clientes, entre otros, que contribuyen al mejoramiento de la empresa.

El estudio permitió ver que la empresa necesita de un análisis de procesos, implementando en estudio de tiempos, análisis de las 9 eses, análisis de despilfarros con lo que se lograría el orden y limpieza dentro de las diferentes áreas de la empresa y reducción de despilfarros.

En cuanto al proyecto, pese a su éxito no termina aquí. Es una muestra para la academia que los conocimientos que pueden aplicar los estudiantes en empresas reales con todo lo aprendido en las instalaciones educativas, las evaluaciones ergonómicas en la empresa muestra una viabilidad del proyecto y está abierto a

recomendaciones y acciones de mejora que deben continuar para lograr empresas más competitivas por ser más sólidas en su fase productiva.

Finalmente se pretende que este proyecto sirva como un modelo practico para la Universidad Industrial de Santander y más exactamente a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; tanto para como un modelo practico o para aquellos estudiantes que quieran hacer estudios diagramas a las empresas, y así tener empresas más sólidas y competitivas a nivel nacional e internacional.

BIBLIOGRAFÍA

ALFARO. Katery. "Ergonomía: Productividad y la prevención de riesgos de la salud" [En línea]. [Consultado 07 Ago. 2014]. <<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Ergonomia.pdf>>

DIEZ DE ULSURRUN SAGALA. Miguel. GARASA JIMENEZ, Ana. MACAYA SANDIO, M^a Goretti. IZQUIERDO, Javier. Ergonomía: lesiones musculoesqueléticas de origen laboral". Pamplona Octubre 2007. 20 P

DIEZ DE ULSURRUN SAGALA. Miguel. GARASA JIMENEZ, Ana. MACAYA SANDIO, M^a Goretti. IZQUIERDO, Javier. "Ergonomía: lesiones musculoesqueléticas de origen laboral". Pamplona Octubre 2007. 20 P.

ESTRADA, Jairo. Ergonomía. Editorial Universidad de Antioquia, 2001. p. 197-198

EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO. Carga postural. NTP 601. 2001. [En línea]. [Consultado 28 de abril 2014]. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_601.pdf>.

FERRER, Francisco. MINAYA, Gilberto. NIÑO, José. RUIZ, Manuel. Manual de Ergonomía. Fundación MAPFRE. Editorial MAPFRE S. A., 1994. p. 12

FERRERAS REMESAL. Alberto. PIEDRABUENA CUESTA, Alcira. GARCIA MOLINA, Carlos. PAGE DEL POZO, Álvaro. Instituto de Biomecánica de Valencia. PICO GINER, Alfredo. PISANO TORRES, Aurelio. ALONSO ESQUIVA, José. APARICI NAVARRO, José Enrique. ASEPEYO. Estudio diagrama en puestos de trabajo del sector del calzado. España 2010. 63 P.

GOBIERNO DE CHILE. Ministerio de trabajo y prevención social. Secretaria de prevención social. Guía técnica para la evaluación y control de los riesgos asociados a mañego o manipulación manual de cargas. Santiago- de Chile. 2008. [Consultado 09 Ago. 2014]. 315 P.

GUIA DE ATENCIÓN INETEGRAL EN SALUD OCUPACIONAL. Pontificia universidad javeriana, Ministerio de protección social. República de Colombia. Guía de atención integral basada en la evidencia para desordenes músculo esqueléticos (DME) relacionados con Movimientos repetitivos de miembros superiores (síndrome del túnel carpiano, epicondilitis y enfermedad del quervain (GATI-DME)”. [En línea]. [Consultado 28 de abril 2014]. < <http://www.conhintec.com/images/stories/doc/gatiso/GATI-DME.pdf>>.

GUIA DE ATENCIÓN INETEGRAL EN SALUD OCUPACIONAL. Pontificia universidad javeriana, Ministerio de protección social. República de Colombia. Guía de atención integral basada en la evidencia para hombro doloroso (GATI-HD) relacionados con factores de riesgo en el trabajo. [En línea]. [Consultado 28 de abril 2014]. < <http://www.conhintec.com/images/stories/doc/gatiso/GATI-HD.pdf>>.

GUIA DE ATENCIÓN INETEGRAL EN SALUD OCUPACIONAL. Pontificia universidad javeriana, Ministerio de protección social. República de Colombia. Guía de atención integral basada en la evidencia para dolor lumbar inespecífico y enfermedad discal relacionados con la manipulación manual de cargas y otros factores de riesgo en el lugar de trabajo (GATI-DLI-ED). [En línea]. [Consultado 28 de abril 2014]. < <http://www.conhintec.com/images/stories/doc/gatiso/GATI-DLI-ED.pdf>>.

<https://www.youtube.com/watch?v=vITnfa0Js10>

https://www.youtube.com/watch?v=UxFVaU4_Gh8

<https://www.youtube.com/watch?v=rDiQFF9Ymns>

<https://www.youtube.com/watch?v=PIgvMf6p46A>

<http://www.vidrioperfil.com/es/1815Clasificadores-Manuales-de-vidrio.html>

<http://www.directindustry.es/prod/tawi/tubos-elevadores-por-vacio-2-ventosas-paneles-vidrio-17270-678715.html>

<http://www.directindustry.es/prod/ggr-group/elevadores-por-vacio-6-ventosas-paneles-vidrio-120455-1320953.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=D8II8RsfXRY>

<https://www.youtube.com/watch?v=wlhgniL7qsc>

https://www.youtube.com/watch?v=Jci4w4qW_Oc

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Posturas forzadas. [En línea]. [Consultado 26 de abril 2014]. <

<http://www.insht.es/portal/site/MusculoEsqueleticos/menuitem.2b2dac6ee28e973a610d8f20e00311a0/?vgnnextoid=0059236f5550c310VgnVCM1000008130110aRCRD>>.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Movimientos repetitivos. . [Consultado 30 de abril 2014]. Método OCRA, P 23-37p

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Posturas forzadas. [En línea]. [Consultado 26 de abril 2014]. <

<http://www.insht.es/portal/site/MúsculoEsqueleticos/menuitem.2b2dac6ee28e973a610d8f20e00311a0/?vgnnextoid=0059236f5550c310VgnVCM1000008130110aRC>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO. Evaluación de riesgos para la extremidad superior. [En línea]. [Consultado 3 de junio 2014]. <file:///C:/Users/DAVID%20PRADA/Downloads/TODOS%20MÉTODOS.pdf>.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. Métodos de evaluación. [En línea]. [Consultado 5 de junio 2014]. <<http://www.insht.es/portal/site/MúsculoEsqueleticos/menuitem.2b2dac6ee28e973a610d8f20e00311a0/?vgnnextoid=cb12802f1bfcb210VgnVCM1000008130110aRC>> RD>.

LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGA. Ecuación del NIOSH NTP 477. 1998. [En línea]. [Consultado 30 de abril 2014]. <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Fichentppdf>>.

LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGA. Ecuación del NIOSH NTP 477. 1998. [En línea]. [Consultado 30 de abril 2014]. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_477.pdf>.

MOVIMIENTOS REPETITIVOS. NTP 629. 2003. [En línea]. [Consultado 24 de abril 2014]. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_629.pdf>.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA .Guía de atención integral basada en la evidencia para desordenes músculo esqueléticos relacionados con Movimientos repetitivos de miembros superiores. [En línea]. [Consultado 28 de abril 2014]. < <http://www.conhintec.com/images/stories/doc/gatiso/GATI-DME.pdf> >.

VILLANUEVA RIO, M^a Ángeles. VERDU NICOLAS, Rosario. Servicio de Higiene y Salud Laboral. Área de Ergonomía y Psicología. España. Julio de 2004 .31 P.

VITELSA S.A. [En Línea]. [Consultado 16 de abril 2014]. < <http://vitelsa.com.co/>>.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. REBA. [En línea]. [Consultado 30 de abril 2014]. < <http://www.ergonautas.upv.es/métodos/reba/reba-ayuda.php>>

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. Ecuación de NIOSH. [En línea]. [Consultado 30 de abril 2014]. < <http://www.ergonautas.upv.es/métodos/reba/reba-ayuda.php>>

ANEXOS

Anexo A. Ubicación Planta Vitelsa S.A. Bucaramanga




Según información suministrada por la cámara de comercio de Bucaramanga, la empresa se encuentra ubicada en una importante donde se centran algunas de las empresas manufactureras más importantes de la región; esto facilita el desarrollo de la actividad comercial dado que la zona cuenta con servicios importantes. Algunos de estos son:

- Redes de alta transmisión que limitan cortos o fallas eléctricas, y evitan la saturación por el uso de energía. Adicionalmente tiene acceso a las redes de transmisión baja.
- Vigilancia todo el tiempo, ya que el parque industrial es un conglomerado de empresas que gozan de beneficios como sede administrativa, vigilancia privada, restaurantes, cafeterías y parqueaderos gratuitos.
- Facilidad de transporte y acceso rápido a las vías de salida, ya que en la zona transita una gran cantidad de vehículos y se encuentra cerca de salidas como la costa atlántica, Medellín, Bogotá y Cali.

Existen también una desventaja, una de ellas es el paso cercano del río de oro cuyo desbordamiento hace unos años provocó grandes inundaciones en algunas industrias localizadas en este sector. Actualmente se toman medidas por parte de la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB) que consiste en la construcción de muros de contención para evitar desbordamientos.

Anexo B. Descripción del proceso productivo y actividades

 VITELSA S.A. VIDRIO TEMPLADO			
CARGO:	MESA DE CORTE		
NOMBRE ANALISTA:	KARENT JULIETH BAEZ ORTEGA	FECHA DE ELABORACION:	18/ 07 /2014
ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD		
1. Verificar implementos Limpiar mesón	Verificar la utilización de los elementos de protección personal (Faja, Hombreras, mangas. Gafas, casco) Limpiar el mesón, asegurándose que quede libre de partículas y residuos.		
2. Limpiar las Herramientas manuales	Limpieza y verificación del estado de la regla y escuadra.		
3. Realizar mantenimiento Preventivo	*Realizar el mantenimiento preventivo establecido en las máquinas a su cargo. *Revisar el sistema neumático de la mesa, y partes mecánicas de las mismas y registrar este mantenimiento en el formato "Programa de Mantenimiento Preventivo FO-032", si se presenta fallas revise cuidadosamente la causa y proceda a corregirla, de no ser posible su arreglo, se debe reportar al Jefe de mantenimiento en el formato "Solicitud de Reparación FO-033.		
4. Programación de trabajo	Recibir las Órdenes de Producción según Programación realizada por el Supervisor de Planta o el Jefe de Planta.		
5. Calcular el requerimiento de laminas	Comparar la cantidad solicitada en las Ordenes de Producción vs. Existencia de Materia Prima.		
6. Realizar Inventario de la Materia Prima	Contar las láminas existentes de la Materia Prima según Kardex. Si hay inconsistencias entre la cantidad registrada en el Kardex y la Cantidad física, se debe informar a los Jefes de Bodega.		
7. Transportar la Materia Prima al mesón de Trabajo	Ubicar las láminas en la parte de atrás de mesa de trabajo y abrir el Guacal.		
8. Revisar Características de calidad	Revisar visualmente el acabado superficial de la lámina a cortar, para verificar que esté libre de manchas, Burbujas, rayas y demás defectos que afecten la calidad del producto terminado. Revisar según guía de la No conformidades máximas permisibles para vidrio Arquitectónico y/o		

	Automotriz "GU-001 y GU-002".Ante cualquier No Conformidad, informar al Coordinador de Calidad de Planta, al Jefe de Planta o al Supervisor de Planta.
9. Realizar el despiece de la lamina	Realizar el despiece de la lámina de vidrio según las piezas a cortar registradas en las Órdenes de Producción, buscando siempre que haya una óptima distribución y un mínimo desperdicio. Revisar existencias por referencias (medidas láminas por espesor).
10. Corte vs. Orden de Producción	Cortar las láminas según especificaciones registradas en las Órdenes de Producción.
11. Registro en la Orden de producción	Registrar en la Orden de Producción el Nombre del cortador, el número de guacal y la fecha de corte. Diligenciar c.c., si es conforme.
12. Registro en el Kardex	Registrar la salida del vidrio en el "Kardex de Materia Prima " FO-007.
13. Identificar el vidrio	Retirar el respectivo sticker de la Orden de Producción y pegarlo en el centro del vidrio.
14. Almacenar el vidrio	Transportar el vidrio para ubicarlo en el estante de almacenamiento respectivo, teniendo en cuenta la fecha de despacho, el espesor y acabados del vidrio.
15. Prioridades	Informar a los operarios de la Rectilínea las prioridades.
16. Ubicar el Retal	Ubicar el retal según referencia.
17. Limpieza y Archivo	Al finalizar el día, se debe realizar limpieza del mesón, del puesto de trabajo, y Archivar las órdenes del día.

VITELSA S.A.
VIDRIO TEMPLADO



CARGO:		RECTILÍNEA	
NOMBRE ANALISTA:	KARENT JULIETH BAEZ ORTEGA	FECHA DE ELABORACION:	18/ 07 /2014
ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD		
1. Alistamiento de la Maquina y verificación de los implementos	<p>Verificar la utilización de los elementos de protección personal. La Rectilínea Metral está en capacidad de trabajar Bordes pulidos y brillados (BPB), y Bordes pulidos mate (BPM). Esta maquina normalmente debe ser operada por dos operarios. Uno responsable y que sabe operarla y un ayudante capaz de mover vidrio.</p> <p>El operario responsable debe realizar el alistamiento a la maquina debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisar el nivel del agua. (Que los tanques estén llenos). - Revisar piedras de brillo (Que no estén gastadas en la cara) - Revisar diamantes de desbaste. - Limpiar la máquina. - Prender las dos bombas de agua - Revisión de las tuberías para que el agua caiga sobre las piedras - Aceitar los motores y bombas de inyección. (Inyectar aceite en los ductos de lubricación). - La máquina debe estar recibiendo energía eléctrica. (Verificar que el tablero este encendido). - Debe tener aire comprimido. <p>*Ver Instructivo IN-001 "Instructivo para operar Rectilínea Metral CR10A."</p>		
2. Realizar Prueba	<p>Seleccionar del Retal un vidrio, para pasar por la rectilínea, y asegurar que los bordes del "Vidrio Prueba" están bien pulidos (que tenga bordes brillantes y no presente huecos, torceduras, que no estén opacos y que esté libre de manchas), para iniciar con el proceso. Verificar que la máquina se encuentre nivelada para que no desbaste más de un lado que de otro.</p>		

3. Buscar Vidrios	De acuerdo a la prioridad dada por el Jefe de Planta, se selecciona de los estantes de almacenamiento, el cristal a pulir.
4. Ubicar el vidrio en la rectilínea	De acuerdo al tamaño, al espesor y acabado a realizar se deben ubicar los vidrios en la rectilínea. La pulida de vidrios grandes (gran formato) se hace por lotes.
5. Revisar característica del vidrio vs. Sticker	Verificar que las características de los vidrios correspondan a lo establecido en el sticker, tales como color, espesor y dimensiones del vidrio. Revisar visualmente el acabado superficial del vidrio a pulir, para verificar que esté libre de manchas, Burbujas, rayas y demás defectos que afecten la calidad del producto terminado. Ante cualquier defecto informar al Coordinador de Calidad en Planta, al Jefe de Planta o al Supervisor de Planta.
6. Registrar	Registrar en el "Informe Diario de Rectilínea", el número de la Orden de Producción y la cantidad de vidrios.
7. Revisión Características de Calidad	Ubicar en el Mesón para limpiar lo que le queda al vidrio si el corte no queda perfecto, verificar la igualdad en diagonales y verificación de medidas nominales teniendo en cuenta la tolerancia en las medidas de ± 2 mm. Verificar el acabado del vidrio (que esté libre de huecos, sin escallas y verificar la igualdad y calidad del brillo).
8. Almacenar	Almacenar el vidrio pulido, de acuerdo a la fecha de entrega, al espesor y al maquinado, en los estantes respectivos.

VITELSA S.A.
VIDRIO TEMPLADO



CARGO:	LAVADORA		
NOMBRE ANALISTA:	KARENT JULIETH BAEZ ORTEGA	FECHA DE ELABORACION:	18/ 07 /2014
ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD		
1. Verificación los implementos a utilizar	1. Verificar el estado de los implementos de Protección personal a utilizar.		
2. Seleccionar el Vidrio	Preguntar al Supervisor o al Jefe de Planta que vidrio lava primero y seleccionar el vidrio almacenado en el estante de almacenamiento. La lavadora está en capacidad de lavar vidrios de grandes dimensiones, máximo de 1.90 mts. de altura. Está maquina normalmente debe ser operada por un operario que cargue el vidrio y otro que recibe y verifica los requerimientos del cliente en el producto y lo acomoda sobre los burros de espera del horno.		
3. Alistamiento de la maquina	Antes de comenzar a operar la máquina, el operario responsable debe realizar el alistamiento a la máquina, diariamente: - Verificar bomba de agua y rodillos - Verificar que el nivel del agua sobrepase el nivel de la bomba - Que el sistema eléctrico esté funcionando. -Si se presentan fallas en la máquina solicitar el respectivo Mantenimiento.		
4. Operar la maquina	Activa el botón de arranque para dar inicio al trabajo de la máquina. Dar funcionamiento al sistema de aire, agua y el de los rodillos.		
5. Revisión de las Características de Calidad	Verificar que los vidrios que llegan de maquinado a su dependencia correspondan a lo establecido en el Sticker en cuanto a: Color, espesor, número de boquetes y perforaciones del vidrio procesado, así como el detalle de los trabajos adicionales requeridos. Verificar los acabados de los vidrios; además verificar la ausencia de escallas y rayas. Ante cualquier defecto		

	informar al Coordinador de Calidad en Planta. Al Jefe de Planta o al Supervisor de Planta.
6. Almacenamiento	Preguntar al supervisor o al Jefe de Planta donde ubica el material a almacenar, para este almacenamiento se debe tener en cuenta el espesor y la ciudad a despachar. El almacenamiento de estos vidrios se debe realizar, separando cada vidrio con cartón.

VITELSA S.A.
VIDRIO TEMPLADO



CARGO:	TEMPLE		
NOMBRE ANALISTA:	KARENT JULIETH BAEZ ORTEGA	FECHA DE ELABORACION:	18/ 07 /2014
ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD		
1. Verificar implementos Alistamiento de la maquina	Verificar la utilización de los elementos de protección personal. Alistar el Horno de acuerdo al Instructivo IN-016.		
2. Seleccionar el vidrio	Seleccionar el vidrio almacenado en el estante de almacenamiento y verificar las especificaciones contenidas en el sticker.		
3. Revisión de las Características de Calidad	Verificar que los vidrios que llegan de maquinado a su dependencia correspondan a lo establecido en el Sticker Vs. O.P en cuanto a: Color, espesor, y medidas del vidrio, número de boquetes y perforaciones, además verificar la ausencia de rayas, manchas y defectos que afecten la calidad del producto terminado. Cualquier defecto se debe informar al Coordinador de Calidad de planta, al Jefe o al Supervisor de Planta.		
4. Retirar el Sticker	Retirar el sticker correspondiente del vidrio.		
5. Ubicar el Vidrio	Ubicar el vidrio en el área de temple optimizando el espacio.		
6. Realizar Marquilla	Acorde a las especificaciones registradas en la Orden de Producción se realiza marquilla, según solicitud del cliente.		
7. Registro	Realizar el registro respectivo en el Formato "Control Diario de Horno", para evidenciar que vidrios han sido procesados. Diligenciar la O.P con fecha y firma evidenciando conformidad del producto. Realizar informe diario de Control de Hornadas.		

VITELSA S.A.
VIDRIO TEMPLADO



CARGO:		DESPACHOS	
NOMBRE ANALISTA:	KARENT JULIETH BAEZ ORTEGA	FECHA DE ELABORACION:	18/ 07 /2014
ACTIVIDAD	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD		
1. Verificar implementos y generar lista	Verificar la utilización de los elementos de protección personal. Para generar la lista a despachar "Programación de la Producción y Despachos" FO-037 se debe verificar los pedidos según la plaza que esté en proceso o que ya esté terminada, anexar prioridades de comercialización (Recepcionista-Asesores comerciales) o prioridades de Gerencia; completar el cupo de camión (peso camión, recorrido). La lista debe establecer a que cliente se le debe entregar primero.		
2. Verificación	De acuerdo a los "Pedidos a Despachar" programados, se verifica físicamente en planta la ubicación de almacenamiento de estos, además se verifica que se encuentre la totalidad de vidrios solicitados en la orden de pedido programada a despachar y entregar el listado a los Jefes de Planta para adelantar la producción.		
3. Solicitud de Personal	Solicitar personal a los Jefes de Planta, para realizar el cargue programado.		
4. Solicitud del Transporte a cargar	Solicitar vehículo, para realizar el cargue de los despachos programados.		
5. Seleccionar Pedidos a Despachar	Búsqueda de los vidrios, de las Órdenes de Pedidos a despachar.		
6. Organización del Cargue	De acuerdo a la programación de despachos, se organiza la ubicación de los vidrios en el camión, teniendo en cuenta la ciudad y el tamaño de los vidrios a despachar.		
7. Revisión de las Características de Calidad	Verificar que los vidrios que lleguen a su dependencia correspondan a lo establecido en el Sticker Vs. O.P en cuanto a: Color, espesor, y medidas del vidrio, número de boquetes y perforaciones, además verificar la		

	ausencia de rayas, manchas y defectos que afecten la calidad del producto terminado. Se debe realizar la revisión uno a uno de los vidrios a cargar entregándolos al conductor, si se presenta alguna inconsistencia esta debe quedar soportada con la respectiva firma y se debe comunicar al Jefe, al Supervisor o al Coordinador de Calidad de Planta.
8. Apilar y asegurar vidrios en el camión	Con supervisión del conductor, apilar y asegurar los vidrios en el camión, separando un vidrio del otro, con cartón y/o icopor según el caso, para evitar defectos tales como rayas y/o escallas.
9. Sacar Fotocopias	Sacar dos fotocopias a las Órdenes de Pedido a despachar, una para entregar al cliente y la otra para firmar.
10. Entrega de documentos al conductor	Entregar al conductor las copias de las Órdenes de Pedido a despachar con su respectiva factura.
11. Entrega de documentos al Servicio al Cliente	Entregar a la encargada del Servicio al Cliente, la O.P originales, que se despacharon. Cualquier situación de vidrios pendientes o problemas en el despacho por No Conformidad debe anotarse en Orden de Producción identificarlo claramente el ítem correspondiente.

Anexo C. Método OCRA

MÉTODO OCRA

El método OCRA describe el riesgo intrínseco de un puesto en base a un único valor numérico llamado índice list OCRA, dicho valor es el resultado de la suma de una serie de factores (factor de recuperación, frecuencia, fuerza, postura y factores adicionales) posteriormente modificada por la duración real del movimiento (multiplicador de duración).

La siguiente formula ilustra el cálculo necesario para la obtención del método OCRA del puesto:

$$\text{INDICE OCRA} = \left(\begin{array}{l} \text{factor de recuperación} \\ + \text{factor de frecuencia} \\ + \text{factor de fuerza} \\ + \text{factor postura} \\ + \text{factores adicionales} \end{array} \right) * \text{multiplicador de duración}$$

El procedimiento de obtención neta del movimiento repetitivo del índice OCRA de un puesto consta de los siguientes pasos:

Evaluación de la duración neta del movimiento repetitivo y de la duración neta del ciclo

El método plantea un pequeño análisis previo a la evaluación de riesgos, con el fin de determinar la duración real o neta del movimiento repetitivo y la duración neta del ciclo de trabajo.

La determinación de la duración neta del movimiento será posteriormente utilizada para corregir, si fuera necesario, el método OCRA obtenido a partir de los factores de recuperación, frecuencia, fuerza, postura y adicionales.

La siguiente tabla muestra los datos solicitados por el método para la evaluación de la duración neta del movimiento repetitivo y del ciclo de trabajo:

Tabla1. Evaluación de la duración neta de la tarea repetitiva y del ciclo

DESCIPCION		MINUTOS
Duración total del movimiento	oficial	
	real	
pausas oficiales	contractual	
otras pausas		
almuerzo	oficial	
	real	
tareas no repetitivas	oficial	
	real	
DURACION NETA DE LAS TAREAS NO REPETITIVAS		
N de unidades (o ciclos)	previstos	
	reales	
DURACION NETA DEL CICLO (seg)		
DURACION DEL CICLO OBSERVADO (seg)		

La siguiente formula muestra el cálculo para la obtención de la duración neta del ciclo de trabajo en segundos:

$$DURACION\ NETA\ DEL\ CICLO = \frac{Duracion\ neta\ de\ las\ tareas\ repetitivas\ (min * seg)}{N\ de\ unidades\ (o\ ciclos)}$$

Para finalizar este apartado, el método recomienda comparar la duración neta del ciclo con la duración del ciclo observado, estableciendo que si dichos valores son similares es posible iniciar la evaluación del riesgo. En otro caso, se debería

describir las circunstancias concretas causantes de dicha desviación antes de proseguir con la evaluación.

Una vez finalizada la evaluación preliminar de la duración neta del movimiento repetitivo y del ciclo de trabajo se detalla la obtención de cada uno de los elementos de la formula escrita con anterioridad (tabla 1) para el cálculo del método OCRA.

Factor de recuperación

El factor de recuperación representa el riesgo asociado a la distribución inadecuada de los periodos de recuperación.

Periodo de recuperación: periodo durante el cual uno o varios grupos musculares implicados en el movimiento permanecen totalmente en reposo, tales como los descansos para el almuerzo, las tareas de control visual, las pausas en el trabajo (oficiales o no), las tareas que permiten el reposo de los grupos de músculos utilizados en tareas anteriores (empujar objetos alternativamente con un brazo y otro), etc...

La frecuencia de los periodos de recuperación, su duración y distribución en la tarea repetitiva, determinarán el riesgo debido a la falta de reposo y por consecuencia al aumento de la fatiga.

El método considera como situación optima aquella en la cual "existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora (contando el descanso del almuerzo) o el periodo de recuperación está incluido en el ciclo", es decir, la proporción entre trabajo repetitivo y recuperación es de 50 minutos de la tarea repetitiva por cada 10 minutos de recuperación (5(trabajo):1(recuperación)).

Cabe resaltar que la puntuación asignada al factor de recuperación depende de la duración total del movimiento, en contraposición al resto de factores cuya puntuación depende del tiempo empleado en la realización de la actividad concreta descrita por el factor.

La (tabla 3) muestra las puntuaciones para el factor de recuperación según las pausas y/o descansos existentes durante la duración total del movimiento, pudiéndose seleccionar una única de las opciones propuestas.

Si no se encontrara descrita la circunstancia exacta en estudio, el método plantea dos alternativas (válidas para el resto de factores):

1. Utilización de puntuaciones intermedias, respecto a las propuestas en la tabla 3 si de esta forma quedara mejor descrita la situación real en estudio.
2. Selección de la opción más aproximada a la situación real (el evaluador deberá valorar posteriormente el resultado considerado de la aproximación realizada):

Tabla 3. Puntuación factor de recuperación

FACTOR DE RECUPERACION	PUNTOS
Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora (contando el descanso del almuerzo) o el periodo de recuperación está incluido en el ciclo.	0
Existen 2 interrupciones por la mañana y 2 por la tarde (además del descanso del almuerzo) de al menos 7-10 minutos para un movimiento de 7-8 horas; o bien existen 4 interrupciones del movimiento (además del descanso del almuerzo); o cuatro interrupciones de 8-10 minutos en un movimiento de 7-8 horas; o bien al menos 4 interrupciones por movimiento (además del descanso del almuerzo); o bien 4 interrupciones de 8/10 minutos en un movimiento de 6 horas.	2

FACTOR DE RECUPERACION	PUNTOS
Existen 2 pausas, de al menos 8-10 minutos cada una para un movimiento de 6 horas (sin descanso para el almuerzo); o bien existen 3 pausas, además del descanso para el almuerzo, en un movimiento de 7-8 horas.	3
Existen 2 pausas, además del descanso para almorzar, de entre 8 y 10 minutos cada una para un movimiento de entre 7 y 8 horas (o 3 pausas sin descanso para almorzar); o 1 pausa de al menos 8-10 minutos en un movimiento de 6 horas.	4
Existe una única pausa, de al menos 10 minutos, en un movimiento de 7 horas sin descanso para almorzar; o en 8 horas sólo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).	6
No existen pausas reales, excepto de unos pocos minutos (menos de 5) en 7-8 horas de movimiento.	10

Factor de frecuencia

El método describe la frecuencia de trabajo en términos de acciones técnicas realizadas por minuto:

Acción técnica: movimiento o movimientos necesarios para completar una operación simple con implicación de una o varias articulaciones de los miembros superiores. Se consideran acciones técnicas: mover objetos, alcanzar objetos, coger un objeto con la mano o los dedos, pasar un objeto de la mano derecha a la izquierda y viceversa, colocar un objeto o herramienta en un lugar determinado para realizar una actividad, empujar o tirar un objeto con requerimiento de fuerza, apretar botones o palancas con la mano o los dedos para activar una herramienta, doblar, cepillar, rotar, etc...

El método divide las opciones de la lista de validación para el *factor frecuencia* en dos grupos, según se trate de acciones técnicas dinámicas (*sucesión periódica de tensiones y relajamientos de los músculos activos de corta duración*) o estáticas (*contracción de los músculos continua y mantenida durante un cierto período de tiempo*).

Pasos para la obtención de la puntuación del *factor de frecuencia*:

1. Si sólo las acciones dinámicas son significativas la puntuación del *factor de frecuencia* será igual a la puntuación de la opción seleccionada en la tabla de acciones técnicas dinámicas (Tabla 4).
2. Si es posible seleccionar una opción de la tabla de acciones técnicas dinámicas (Tabla 4) y de la tabla de acciones estáticas (Tabla 5), la puntuación final del factor de frecuencia será la mayor de ellas.

Para ambos tipos de acciones (dinámicas y estáticas), si la circunstancia concreta en estudio no se encontrara reflejada en la tabla se deberá seleccionar la opción más aproximada con mayor puntuación del riesgo, o bien otorgar puntuaciones intermedias de entre las propuestas (con una puntuación máxima permitida para el factor de frecuencia de hasta 10 puntos).

Tabla 4. Tabla de puntuación del factor de frecuencias para acciones técnicas dinámicas

ACCIONES TECNICAS DINAMICAS	PUNTOS
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas	1
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	3
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	4
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	6
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo	8
Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permite bajo ningún concepto las pausas.	10

Tabla 5. Tabla de puntuación del factor de frecuencias para acciones técnicas estáticas

ACCIONES TECNICAS ESTATICAS	PUNTOS
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	2,5
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	4,5

Factor de fuerza

El método considera significativo el *factor de fuerza* únicamente si se ejerce fuerza con los brazos y/o manos al menos una vez cada pocos ciclos. Además, la aplicación de dicha fuerza debe estar presente durante todo el movimiento repetitivo.

Las opciones propuestas por el método describen algunas de las acciones más comunes con requerimiento de fuerza, tales como empujar palancas, pulsar botones, cerrar o abrir, manejar o apretar componentes, la utilización de herramientas o elevar o sujetar objetos.

ACCIONES
Es necesario empujar o tirar de palancas.
Es necesario pulsar botones.
Es necesario cerrar o abrir.
Es necesario manejar o apretar componentes
Es necesario utilizar herramientas
Es necesario elevar o sujetar objetos

Cualquiera de estas acciones es puntuada en función de la intensidad de la fuerza requerida y su duración total. El método clasifica la fuerza en tres niveles según la intensidad del esfuerzo requerido.

Para obtener la puntuación del *factor de fuerza* se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Selección de una o varias acciones de entre las descritas en la tabla anterior.
2. Determinación de la intensidad del esfuerzo según la Tabla 6.

3. En función de la intensidad del esfuerzo obtener la puntuación de las siguientes tablas: para fuerza moderada (3-4 puntos en la escala de Borg) consultar la Tabla 7, para fuerza intensa (5-6-7 puntos en la escala de Borg) consultar la Tabla 8 y para fuerza máxima (8 o más puntos en la escala de Borg) consultar la Tabla 9.

Tabla 6. Escala de Borg CR-10.

INTENSIDAD DEL ESFUERZO	ESCALA DE Borg CR-10
ligero	≤ 2
un poco duro	3
duro	4_5
muy duro	6_7
cercano al máximo	>7

4. Suma de las puntuaciones obtenidas para las acciones y duraciones seleccionadas.

A continuación se muestran las tablas de puntuación del *factor de fuerza* según la intensidad de la fuerza:

Tabla 7. Puntuación del factor de fuerza con fuerza moderada (3-4 puntos en la escala de Borg).

Fuerza moderada (3- 4 puntos en la escala de borg)	
DURACION	PUNTOS
1/3 del tiempo	2
Más o menos la mitad del tiempo	4
Más de la mitad del tiempo	6
Casi todo el tiempo	8

Tabla 8. Puntuación del factor de fuerza con fuerza casi máxima (8 puntos en la escala de Borg).

Fuerza intensa (5-6-7 puntos en la escala de borg)	
DURACION	PUNTOS
2 segundos cada 10 minutos	4
1% del tiempo	8
5%del tiempo	16
más del 10% del tiempo	24

Tabla 9. Puntuación del factor de fuerza con fuerza intensa (8 puntos en la escala de Borg)

Fuerza casi máxima (8 puntos en la escala de borg)	
DURACION	PUNTOS
2 segundos cada 10 minutos	6
1% del tiempo	12
5%del tiempo	24
más del 10% del tiempo	32

Si ninguna de las acciones propuestas refleja la circunstancia concreta en estudio, el método permite indicar nuevas acciones. La puntuación de dichas acciones será igual a las descritas en el método y dependerá únicamente de su duración.

El método también permite asignar puntuaciones intermedias para reflejar mejor la duración real del esfuerzo.

Factor de postura

La valoración del riesgo asociado a la postura se realiza evaluando la posición del hombro, del codo, de la muñeca y de las manos.

El método incrementa el riesgo debido a la postura si existen movimientos estereotipados o bien todas las acciones implican a los miembros superiores y la duración del ciclo es corta.

Para la obtención del factor postural se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Selección de una única opción para cada grupo corporal: hombro, codo, muñeca y manos.
2. Puntuación de la opción seleccionada para cada grupo: Puntuación del hombro, codo, muñeca y manos.
3. Obtención del valor máximo de las puntuaciones del hombro, codo, muñeca y manos.
4. Si existen movimientos estereotipados: selección de la opción correspondiente y suma de su puntuación al valor máximo de las puntuaciones del hombro, codo, muñeca y manos.

La siguiente expresión resume el cálculo del *factor de postura*:

$$\begin{aligned} & \text{FACTOR DE POSTURA} \\ & = \text{MAXIMO (puntuacion hombro, codo , muñeca, manos)} \\ & + \text{puntuacion por movimientos estereotipos} \end{aligned}$$

A continuación se muestran las tablas de puntuación correspondientes a cada grupo corporal:

Tabla 10. Puntuación del factor de postura para el HOMBRO.

HOMBROS	PUNTOS
Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicarán las puntuaciones.	
El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 10% del tiempo.	2
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 1/3 del tiempo.	6
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte más de la mitad del tiempo.	12
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte todo el tiempo.	24

Tabla 11. Puntuación del factor de postura para el CODO

CODO	PUNTOS
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo.	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo.	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo.	8

Tabla 12. Puntuación del factor de postura para la MUÑECA.

MUÑECA	PUNTOS
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo.	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo	4
La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo.	8

Si se realizan agarres de objetos de cualquiera de los tipos indicados en la tabla 13 se asignará la puntuación en función de la duración del agarre. La puntuación a asignar se indica en la tabla 14.

Tabla 13. Tipos de AGARRE.

AGARRES
Los dedos están apretados (agarre en pinza o pellizco).
La mano está casi abierta (agarre con la palma de la mano).
Los dedos están en forma de gancho (agarre en gancho)
Otros tipos de agarre similares

Tabla 14. Puntuación del factor de postura para el AGARRE.

DURACION	PUNTOS
Alrededor de 1/3 del tiempo.	2
Más de la mitad del tiempo.	4
Casi todo el tiempo.	8

La siguiente tabla muestra la puntuación a sumar si existen movimientos estereotipados:

Tabla 15. Puntuación de los movimientos estereotipados.

MOVIMIENTOS ESTEREOTIPADOS	PUNTOS
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos al menos 2/3 del tiempo (o el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre sí).	1,5
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos casi todo el tiempo (o el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre sí).	3

Factores adicionales

Por último el método engloba en los llamados factores adicionales una serie de circunstancias que aumentan el riesgo debido a su presencia durante gran parte del ciclo.

En este punto se consideran elementos que contribuyen al riesgo: la utilización de guantes, el uso de herramientas que provocan vibraciones o contracciones en la piel, el tipo de ritmo de trabajo (impuesto o no por la máquina), etc...

Para obtener la puntuación debida a los factores adicionales se deberá:

1. Seleccionar una única opción de las descritas para factores adicionales y consultar su puntuación.
2. Sumar a la puntuación de la opción seleccionada 1 punto si el ritmo está parcialmente impuesto por la máquina y hasta 2 puntos si éste está totalmente determinado por la máquina.

Tabla 16. Puntuación de los factores adicionales

FACTORES ADICIONALES	PUNTOS
Se utilizan guantes inadecuados (que interfieren en la destreza de sujeción requerida por la tarea) más de la mitad del tiempo.	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 2 veces por minuto o más.	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 10 veces por hora o más.	2
Existe exposición al frío (a menos de 0 grados centígrados) más de la mitad del tiempo.	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel bajo/medio 1/3 del tiempo o más	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel alto 1/3 del tiempo o más.	2
Las herramientas utilizadas causan compresiones en la piel (enrojecimiento, callosidades, ampollas, etc.).	2
Se realizan tareas de precisión más de la mitad del tiempo (tareas sobre áreas de menos de 2 o 3 mm.).	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo.	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo.	2

La siguiente tabla muestra la puntuación a sumar según el tipo de ritmo exigido en el puesto:

Tabla 17. Puntuación del ritmo de trabajo.

RITMO DE TRABAJO	PUNTOS
------------------	--------

El ritmo de trabajo está parcialmente determinado por la máquina, con pequeños lapsos de tiempo en los que el ritmo de trabajo puede disminuirse o acelerarse.	1
El ritmo de trabajo está totalmente determinado por la máquina.	2

El *multiplicador de duración* es un valor que traslada la influencia de la duración real del movimiento repetitivo al cálculo del riesgo.

El método plantea la corrección de la puntuación obtenida por la suma de los factores de riesgo evaluados (*recuperación, frecuencia, fuerza, postura y adicionales*), en función de la duración neta o real del movimiento repetitivo.

Si la duración del movimiento repetitivo es menor a 8 horas (480 min.) el índice de riesgo disminuye, mientras que éste aumenta para movimientos repetitivos mantenidos durante más de 8 horas tal y como muestra la siguiente tabla de puntuaciones para el *multiplicador de duración*:

Tabla 18. Puntuación para el multiplicador de duración neta del movimiento repetitivo.

DURACION DEL MOVIMIENTO	MULTIPLICADOR DE DURACION
60-120 minutos	0,5
121-180 minutos	0,65
181-240 minutos	0,75
241-300 minutos	0,85
301-360 minutos	0,925
361-420 minutos	0,95
421-480 minutos	1
> 480 minutos	1,5

En este punto será posible la obtención final del *Índice Check List OCRA* mediante la suma de las puntuaciones de los diferentes factores (*recuperación, frecuencia,*

fuerza, postura y adicionales) corregida por la puntuación del *multiplicador de duración* (ver fórmula en Tabla 1).

Finalmente, la consulta de la Tabla de clasificación de resultados (Tabla 18), permitirá describir el riesgo asociado al valor del *Índice Check List OCRA* obtenido y las acciones sugeridas por el método.

El método propone un código de colores² para identificar visualmente los diferentes niveles de riesgo. La escala de colores va desde el verde para el riesgo Óptimo o Aceptable, pasando por el amarillo para indicar el riesgo Muy ligero y finalmente el rojo para identificar el riesgo Ligero, Medio y alto.

CONCLUSIONES

El método Check List OCRA permite la realización de estudios preliminares del riesgo asociado a la realización de movimientos repetitivos.

El método permite al evaluador detectar la necesidad y urgencia de realizar análisis más detallados ante la existencia de riesgos por movimientos repetitivos. Por otra parte, el análisis de los factores que configuran el resultado final del método permite detectar los aspectos más críticos y enfocar evaluaciones ergonómicas futuras.

En ningún caso se deberán aplicar correcciones sobre los puestos evaluados basándose únicamente en los resultados proporcionados por el método Check List OCRA. Las actuaciones deberán ser avaladas por la aplicación de métodos más exhaustivos de evaluación ergonómica con el fin de garantizar un correcto diagnóstico y por tanto la efectividad de las acciones preventivas propuestas.

Anexo D. Método REBA

MÉTODO REBA

El método REBA evalúa el riesgo de posturas concretas de forma independiente. Por tanto, para evaluar un puesto se deberán seleccionar sus posturas más representativas, bien por su repetición en el tiempo o por su precariedad. La selección correcta de las posturas a evaluar determinará los resultados proporcionados por método y las acciones futuras.

Como pasos previos a la aplicación propiamente dicha del método se debe:

- ✓ Determinar el periodo de tiempo de observación del puesto considerando, si es necesario, el tiempo de ciclo de trabajo.
- ✓ Realizar, si fuera necesario debido a la duración excesiva de la tarea a evaluar, la descomposición de esta en operaciones elementales o subtareas para su análisis pormenorizado.
- ✓ Registrar las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, bien mediante su captura en video, bien mediante fotografías, o mediante su anotación en tiempo real si ésta fuera posible.
- ✓ Identificar de entre todas las posturas registradas aquellas consideradas más significativas o "peligrosas" para su posterior evaluación con el método REBA.
- ✓ El método REBA se aplica por separado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo. Por tanto, el evaluador según su criterio y experiencia, deberá determinar, para cada postura seleccionada, el lado del cuerpo que "a priori" conlleva una mayor carga postural. Si existieran dudas al respecto se recomienda evaluar por separado ambos lados.

La información requerida por el método es básicamente la siguiente:

- ✓ Los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca) con respecto a determinadas posiciones de referencia. Dichas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador (transportadores de ángulos, electrogoniómetros u otros dispositivos de medición angular), o bien a partir de fotografías, siempre que estas garanticen mediciones correctas (verdadera magnitud de los ángulos a medir y suficientes puntos de vista).
- ✓ La carga o fuerza manejada por el trabajador al adoptar la postura en estudio indicada en kilogramos.
- ✓ El tipo de agarre de la carga manejada manualmente o mediante otras partes del cuerpo.
- ✓ Las características de la actividad muscular desarrollada por el trabajador (estática, dinámica o sujeta a posibles cambios bruscos).

La aplicación del método puede resumirse en los siguientes pasos:

- ✓ División del cuerpo en dos grupos, siendo el grupo A, el correspondiente al tronco, el cuello y las piernas y el grupo B el formado por los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca). Puntuación individual de los miembros de cada grupo a partir de sus correspondientes tablas.
- ✓ Consulta de la Tabla A para la obtención de la puntuación inicial del grupo A, a partir de las puntuaciones individuales del tronco, cuello y piernas.
- ✓ Valoración del grupo B a partir de las puntuaciones del brazo, antebrazo y muñeca mediante la Tabla B.
- ✓ Modificación de la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas) en función de la carga o fuerzas aplicadas, en adelante "Puntuación A".
- ✓ Corrección de la puntuación asignada a la zona corporal de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca) o grupo B según el tipo de agarre de la carga manejada, en lo sucesivo "Puntuación B".

- ✓ A partir de la "Puntuación A" y la "Puntuación B" y mediante la consulta de la Tabla C se obtiene una nueva puntuación denominada "Puntuación C".
- ✓ Modificación de la "Puntuación C" según el tipo de actividad muscular desarrollada para la obtención de la puntuación final del método.
- ✓ Consulta del nivel de acción, riesgo y urgencia de la actuación correspondientes al valor final calculado.

Finalizada la aplicación del método REBA se aconseja:

- ✓ La revisión exhaustiva de las puntuaciones individuales obtenidas para las diferentes partes del cuerpo, así como para las fuerzas, agarre y actividad, con el fin de orientar al evaluador sobre dónde son necesarias las correcciones.
- ✓ Rediseño del puesto o introducción de cambios para mejorar determinadas posturas críticas si los resultados obtenidos así lo recomendasen.
- ✓ En caso de cambios, reevaluación de las nuevas condiciones del puesto con el método REBA para la comprobación de la efectividad de la mejora.

A continuación se detalla la aplicación del método REBA:

Grupo A: puntuación del tronco, cuello y piernas.

El método comienza con la valoración y puntuación individual de los miembros del grupo A, formado por el tronco, el cuello y las piernas.

Puntuación del tronco

El primer miembro a evaluar del grupo A es el tronco. Se deberá determinar si el trabajador realiza la tarea con el tronco erguido o no, indicando en este último caso el grado de flexión o extensión observado. Se seleccionará la puntuación adecuada de la tabla 1.

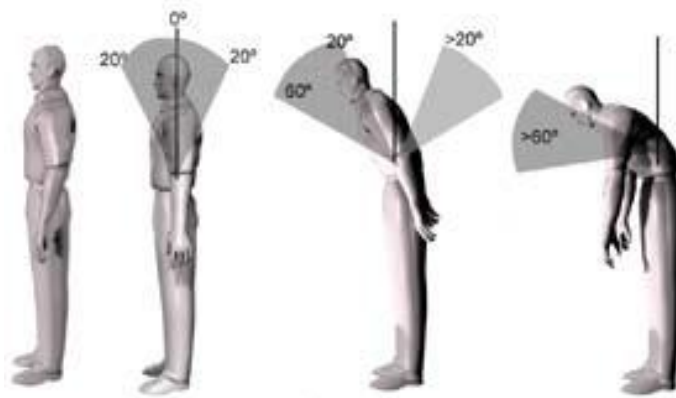


Figura 1. Posiciones del tronco.

PUNTOS	POSICION
1	El tronco está erguido.
2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
4	El tronco está flexionado más de 60 grados.

Tabla 1. Puntuación del tronco.

La puntuación del tronco incrementará su valor si existe torsión o inclinación lateral del tronco.

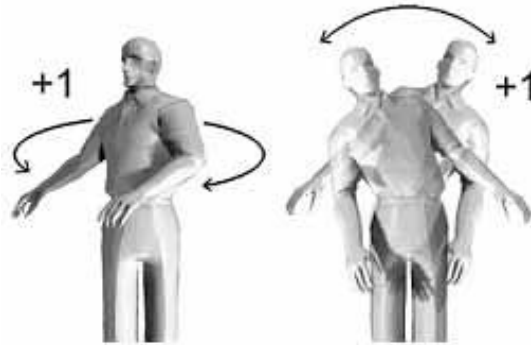


Figura 2. Posiciones que modifican la puntuación del tronco.

PUNTOS	POSICION
+1	Existe torsión o inclinación lateral del tronco.

Tabla 2. Modificación de la puntuación del tronco.

Puntuación del cuello

En segundo lugar se evaluará la posición del cuello. El método considera dos posibles posiciones del cuello. En la primera el cuello está flexionado entre 0 y 20 grados y en la segunda existe flexión o extensión de más de 20 grados.

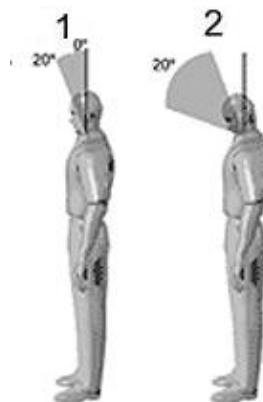


Figura 3. Posiciones del cuello.

PUNTOS	POSICION
1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
2	El cuello está flexionado más de 20 grados o extendido.

Tabla 3. Puntuación del cuello.

La puntuación calculada para el cuello podrá verse incrementada si el trabajador presenta torsión o inclinación lateral del cuello, tal y como indica la tabla 4.

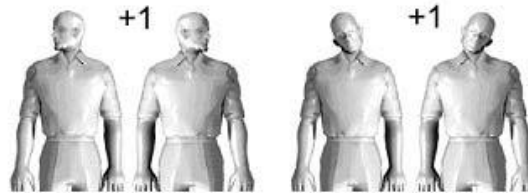


Figura 4. Posiciones que modifican la puntuación del cuello.

PUNTOS	POSICION
+1	Existe torsión y/o inclinación lateral del cuello.

Tabla 4. Modificación de la puntuación del cuello.

Puntuación de las piernas

Para terminar con la asignación de puntuaciones de los miembros del grupo A se evaluará la posición de las piernas.

La consulta de la Tabla 5 permitirá obtener la puntuación inicial asignada a las piernas en función de la distribución del peso.



Figura 5. Posición de las piernas.

PUNTOS	POSICION
1	Soporte bilateral, andando o sentado.
2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.

Tabla 5. Puntuación de las piernas.

La puntuación de las piernas se verá incrementada si existe flexión de una o ambas rodillas. El incremento podrá ser de hasta 2 unidades si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado, el método considera que no existe flexión y por tanto no incrementa la puntuación de las piernas.

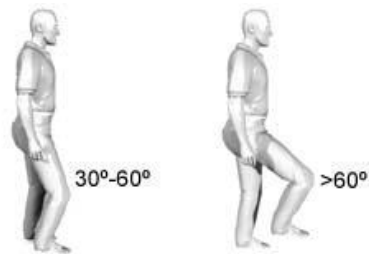


Figura 6. Ángulo de flexión de las piernas.

PUNTOS	POSICION
+1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.
+2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

Tabla 6. Modificación de la puntuación de las piernas.

Grupo B: Puntuaciones de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca).

Finalizada la evaluación de los miembros del grupo A se procederá a la valoración de cada miembro del grupo B, formado por el brazo, antebrazo y la muñeca. Cabe recordar que el método analiza una única parte del cuerpo, lado derecho o izquierdo, por tanto se puntuará un único brazo, antebrazo y muñeca, para cada postura.

Puntuación de brazo

Para determinar la puntuación a asignar al brazo, se deberá medir su ángulo de flexión. La figura 7 muestra las diferentes posturas consideradas por el método y pretende orientar al evaluador a la hora de realizar las mediciones necesarias.

En función del ángulo formado por el brazo se obtendrá su puntuación consultando la tabla que se muestra a continuación (Tabla 7).

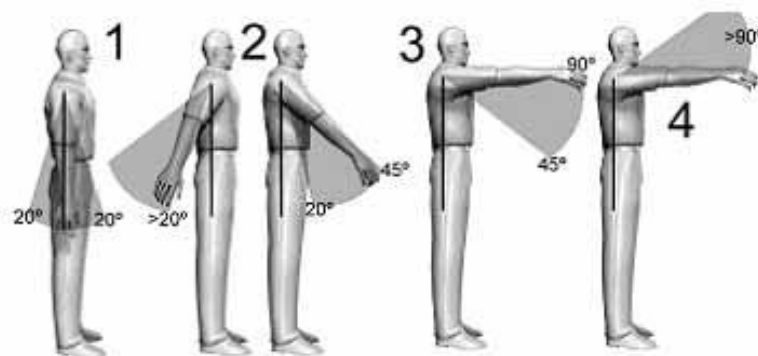


Figura 7. Posiciones del brazo.

PUNTOS	POSICION
1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión ó 0 y 20 grados de extensión.
2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
4	El brazo está flexionado más de 90 grados.

Tabla 7. Puntuación del brazo.

La puntuación asignada al brazo podrá verse incrementada si el trabajador tiene el brazo abducido o rotado o si el hombro está elevado. Sin embargo, el método considera una circunstancia atenuante del riesgo la existencia de apoyo para el brazo o que adopte una posición a favor de la gravedad, disminuyendo en tales casos la puntuación inicial del brazo. Las condiciones valoradas por el método como atenuantes o agravantes de la posición del brazo pueden no darse en ciertas posturas, en tal caso el resultado consultado en la tabla 7 permanecería sin alteraciones.

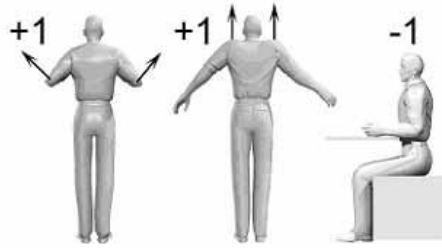


Figura 8. Posiciones que modifican la puntuación del brazo.

PUNTOS	POSICION
+1	El brazo está abducido o rotado.
+1	El hombro está elevado.
-1	Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.

Tabla 8. Modificaciones sobre la puntuación del brazo.

Puntuación del antebrazo

A continuación será analizada la posición del antebrazo. La consulta de la tabla 9 proporcionará la puntuación del antebrazo en función su ángulo de flexión, la figura 9 muestra los ángulos valorados por el método. En este caso el método no añade condiciones adicionales de modificación de la puntuación asignada.

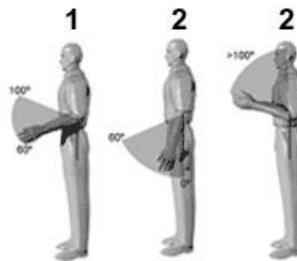


Figura 9. Posiciones del antebrazo.

PUNTOS	POSICION
1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Tabla 9. Puntuación del antebrazo.

Puntuación de la muñeca

Para finalizar con la puntuación de los miembros superiores se analizará la posición de la muñeca. La figura 10 muestra las dos posiciones consideradas por el método. Tras el estudio del ángulo de flexión de la muñeca se procederá a la selección de la puntuación correspondiente consultando los valores proporcionados por la tabla 10.

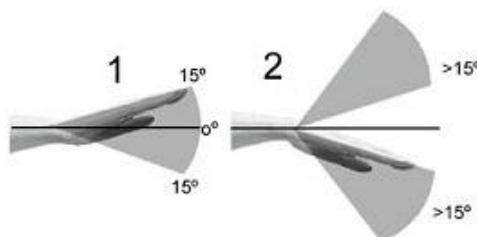


Figura 10. Posiciones de la muñeca.

PUNTOS	POSICION
1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

Tabla 10. Puntuación de la muñeca.

El valor calculado para la muñeca se verá incrementado en una unidad si esta presenta torsión o desviación lateral (figura 11).

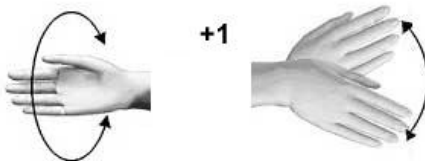


Figura 11. Torsión o desviación de la muñeca.

PUNTOS	POSICION
+1	Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.

Tabla 11. Modificación de la puntuación de la muñeca.

Puntuaciones de los grupos A Y B.

Las puntuaciones individuales obtenidas para el tronco, el cuello y las piernas (grupo A), permitirá obtener una primera puntuación de dicho grupo mediante la consulta de la tabla mostrada a continuación (Tabla A).

GRUPO A												
TRONCO	CUELLO											
	1				2				3			
	PIERNAS				PIERNAS				PIERNAS			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 12. Puntuación inicial para el grupo A.

La puntuación inicial para el grupo B se obtendrá a partir de la puntuación del brazo, el antebrazo y la muñeca consultando la siguiente tabla (Tabla B).

TABLA B						
BRAZO	ANTEBRAZO					
	1			2		
	MUÑECA			MUÑECA		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 13. Puntuación inicial para el grupo B.

Puntuación de la carga o fuerza.

La carga o fuerza manejada modificará la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas), excepto si la carga no supera los 5 Kilogramos de peso, en tal caso no se incrementará la puntuación. La siguiente tabla muestra el incremento a aplicar en función del peso de la carga. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad.

En adelante la puntuación del grupo A, debidamente incrementada por la carga o fuerza, se denominará "Puntuación A".

PUNTOS	POSICIÓN
0	La carga o fuerza es menor de 5 kg.
1	La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
2	La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

Tabla 14. Puntuación para la carga o fuerzas.

PUNTOS	POSICIÓN
+1	La fuerza se aplica bruscamente.

Tabla 15. Modificación de la puntuación para la carga o fuerzas

Puntuación del tipo de agarre.

El tipo de agarre aumentará la puntuación del grupo B (brazo, antebrazo y muñeca), excepto en el caso de considerarse que el tipo de agarre es bueno. La tabla 16 muestra los incrementos a aplicar según el tipo de agarre. En lo sucesivo la puntuación del grupo B modificada por el tipo de agarre se denominará "Puntuación B".

PUNTOS	TIPO DE AGARRE	POSICIÓN
+0	Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio
+1	Regular	El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.
+2	Malo	El agarre es posible pero no aceptable.
+3	Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.

Tabla 16. Puntuación del tipo de agarre.

Puntuación C

La "Puntuación A" y la "Puntuación B" permitirán obtener una puntuación intermedia denominada "Puntuación C". La siguiente tabla (Tabla C) muestra los valores para la "Puntuación C".

PUNTUACIÓN A	PUNTUACIÓN B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	9	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 17. Puntuación C en función de las puntuaciones A y B.

Puntuación final

La puntuación final del método es el resultado de sumar a la "Puntuación C" el incremento debido al tipo de actividad muscular. Los tres tipos de actividad consideradas por el método no son excluyentes y por tanto podrían incrementar el valor de la "Puntuación C" hasta en 3 unidades.

PUNTOS	POSICION
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).
+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

Tabla 18. Puntuación del tipo de actividad muscular.

El método clasifica la puntuación final en 5 rangos de valores. A su vez cada rango se corresponde con un Nivel de Acción. Cada Nivel de Acción determina un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención. El valor del resultado será mayor cuanto mayor sea el riesgo previsto para la postura, el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo 15, establece que se trata de una postura de riesgo muy alto sobre la que se debería actuar de inmediato.

Niveles de riesgo y acción			
Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesaria
1	2-3	Bajo	Puede ser necesaria
2	4-7	Medio	Necesaria
3	8-10	Alto	Necesaria pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

CONCLUSIONES

El método REBA orientará al evaluador sobre la necesidad o no de plantear acciones correctivas sobre determinadas posturas. Por otra parte, las puntuaciones individuales obtenidas para los segmentos corporales, la carga, el agarre y la actividad, podrán guiar al evaluador sobre los aspectos con mayores problemas ergonómicos y dirigir así sus esfuerzos preventivos convenientemente.

Si finalmente se aplicaran correcciones sobre la postura/s evaluadas se recomienda confirmar la correcta actuación con la aplicación del método REBA a la solución propuesta, garantizando así la efectividad de los cambios.

Anexo E. Ecuación de NIOSH

ECUACIÓN DE NIOSH

La aplicación del método comienza con la observación de la actividad desarrollada por el trabajador y la determinación de cada una de las tareas realizadas. A partir de dicha observación deberá determinarse si el puesto será analizado como **tarea simple** o **multitarea**.

Se escogerá un análisis multitarea cuando las variables a considerar en los diferentes levantamientos varíen significativamente. Por ejemplo, si la carga debe ser recogida desde diferentes alturas o el peso de la carga varía de unos levantamientos a otros se dividirá la actividad en una tarea para cada tipo de levantamiento y se efectuará un análisis multitarea. El análisis multitarea requiere recoger información de cada una de las tareas, llevando a cabo la aplicación de la ecuación de Niosh para cada una de ellas y calculando, posteriormente, el Índice de Levantamiento Compuesto. En caso de que los levantamientos no varíen significativamente de unos a otros se llevará a cabo un análisis simple.

En segundo lugar, para cada una de las tareas determinadas, se establecerá si existe **control significativo de la carga en el destino del levantamiento**. Habitualmente la parte más problemática de un levantamiento es el inicio del levantamiento, pues es en éste donde mayores esfuerzos se efectúan. Por ello las mediciones se realizan habitualmente en el origen del movimiento, y a partir de ellas se obtiene el límite de peso recomendado. Sin embargo, en determinadas tareas, puede ocurrir que el gesto de dejar la carga provoque esfuerzos equiparables o superiores a levantarla. Esto suele suceder cuando la carga debe ser depositada con exactitud, debe mantenerse suspendida durante algún tiempo antes de colocarla, o el lugar de colocación tiene dificultades de acceso. Cuando esto ocurre diremos que el levantamiento requiere control significativo de la carga

en el destino. En estos casos se deben evaluar ambos gestos, el inicio y el final del levantamiento, aplicando dos veces la ecuación de NIOSH seleccionando como peso máximo recomendado (RWL) el más desfavorable de los dos (el menor), y como índice de carga (LI) el mayor. Por ejemplo, tomar cajas de una mesa transportadora y colocarlas ordenadamente en el estante superior de una estantería puede requerir un control significativo de la carga en el destino, dado que las cajas deben colocarse de una manera determinada y el acceso puede ser difícil por elevado.

Una vez determinadas las tareas a analizar y si existe control de la carga en el destino se debe realizar la toma de los datos pertinentes para cada tarea. Estos datos deben recogerse en el origen del levantamiento, y si existe control significativo de la carga en el destino, también en el destino. Los datos a recoger son:

- ✓ El **peso** del objeto manipulado en kilogramos incluido su posible contenedor.
- ✓ Las distancias horizontal (**H**) y vertical (**V**) existente entre el punto de agarre y la proyección sobre el suelo del punto medio de la línea que une los tobillos (ver Figura 1). V debe medirse tanto en el origen del levantamiento como en el destino del mismo independientemente de que exista o no control significativo de la carga.
- ✓ La Frecuencia de los levantamientos (**F**) en cada tarea. Se debe determinar el número de veces por minuto que el trabajador levanta la carga en cada tarea. Para ello se observará al trabajador durante 15 minutos de desempeño de la tarea obteniendo el número medio de levantamientos por minuto. Si existen diferencias superiores a dos levantamientos por minuto en la misma tarea entre diferentes sesiones de trabajo debería considerarse la división en tareas diferentes.
- ✓ La Duración del Levantamiento y los Tiempos de Recuperación. Se debe establecer el tiempo total empleado en los levantamientos y el tiempo de

recuperación tras un periodo de levantamiento. Se considera que el tiempo de recuperación es un periodo en el que se realiza una actividad ligera diferente al propio levantamiento. Ejemplos de actividades de este estilo son permanecer sentado frente a un ordenador, operaciones de monitoreo, operaciones de ensamblaje, etc.

- ✓ El Tipo de Agarre clasificado como Bueno, Regular o Malo. En apartados posteriores se indicará como clasificar los diferentes tipos de agarre.
- ✓ El Ángulo de Asimetría (**A**) formado por el plano sagital del trabajador y el centro de la carga (Figura 2). El ángulo de asimetría es un indicador de la torsión del tronco del trabajador durante el levantamiento, tanto en el origen como en el destino del levantamiento.

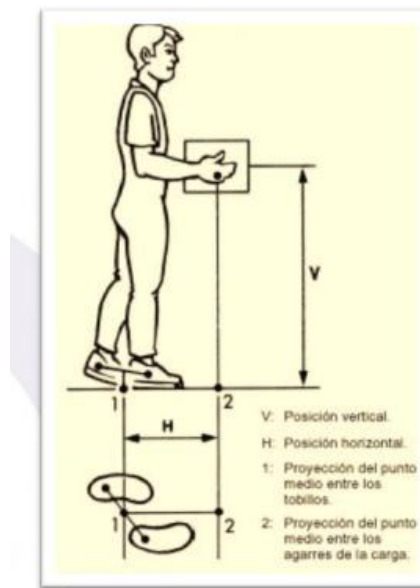


Figura 2: Medición del Ángulo de Asimetría.

Realizada la toma de datos se procederá a calcular los factores multiplicadores de la ecuación de Niosh (HM, VM, DM, AM, FM y CM). El procedimiento de cálculo de cada factor se expondrá en apartados posteriores. Conocidos los factores se

obtendrá el valor del Peso Máximo Recomendado (RWL) para cada tarea mediante la aplicación de la ecuación de Niosh:

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

DONDE:

LC: Constante de carga.

HM: Factor de distancia horizontal.

VM: Factor de altura.

DM: Factor de desplazamiento vertical.

AM: Factor de asimetría.

FM: Factor de frecuencia.

CM: Factor de agarre.

En el caso de tareas con control significativo de la carga en el destino se calculará un RWL para el origen del desplazamiento y otro para el destino. Se considerará que el RWL de dicho tipo de tareas será el más desfavorable de los dos, es decir, el más pequeño. El RWL de cada tarea es el peso máximo que es recomendable manipular en las condiciones del levantamiento analizado. Si el RWL es mayor o igual al peso levantado se considera que la tarea puede ser desarrollada por la mayor parte de los trabajadores sin problemas. Si el RWL es menor que el peso realmente levantado existe riesgo de lumbalgias y lesiones.

Conocido el RWL se calcula el Índice de levantamiento (LI). Es necesario distinguir la forma en la que se calcula LI en función de si se trata de una única tarea o si el análisis es multitarea:

$$IL = \frac{MASAREAL (kg)}{LPR (kg)}$$

Establecimiento de la constante de carga

La constante de carga (LC, load constant) es el peso máximo recomendado para un levantamiento desde la localización estándar 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 levantando la carga menos de 25 cm. El valor de la constante quedó fijado en 23 kg. La elección del valor de esta constante está hecho según criterios biomecánicos y fisiológicos.

El levantamiento de una carga igual al valor de la constante de carga bajo condiciones ideales sería realizado por el 75% de la población femenina y por el 90% de la masculina, de manera que la fuerza de compresión en el disco L5/S1, producto del levantamiento, no superara los 3,4 kN.

Factor de distancia horizontal, HM (horizontal multiplier)

Estudios biomecánicos y psicofísicos indican que la fuerza de compresión en el disco aumenta con la distancia entre la carga y la columna. El estrés por compresión (axial) que aparece en la zona lumbar está, por tanto, directamente relacionado con dicha distancia horizontal (H en cm) que se define como la distancia horizontal entre la proyección sobre el suelo del punto medio entre los agarres de la carga y la proyección del punto medio entre los tobillos.

Cuando H no pueda medirse, se puede obtener un valor aproximado mediante la ecuación:

$$H = 20 + w/2 \text{ si } V \geq 25\text{cm}$$

$$H = 25 + w/2 \text{ si } V < 25\text{cm}$$

Donde w es la anchura de la carga en el plano sagital y V la altura de las manos respecto al suelo. El factor de distancia horizontal (HM) se determina como sigue:

$$HM = 25 / H$$

Penaliza los levantamientos en los que el centro de gravedad de la carga está separado del cuerpo. Si la carga se levanta pegada al cuerpo o a menos de 25 cm del mismo, el factor toma el valor 1. Se considera que $H > 63$ cm dará lugar a un levantamiento con pérdida de equilibrio, por lo que asignaremos $HM = 0$ (el límite de peso recomendado será igual a cero).

Factor de altura, VM (vertical multiplier)

Penaliza los levantamientos en los que las cargas deben cogerse desde una posición baja o demasiado elevada.

El comité del NIOSH escogió un 22,5% de disminución del peso respecto a la constante de carga para el levantamiento hasta el nivel de los hombros y para el levantamiento desde el nivel del suelo.

Este factor valdrá 1 cuando la carga esté situada a 75 cm del suelo y disminuirá a medida que nos alejemos de dicho valor.

Se determina:

$$VM = (1 - 0,003 IV - 75I)$$

Donde V es la distancia vertical del punto de agarre al suelo. Si $V > 175$ cm, tomaremos $VM = 0$

Factor de desplazamiento vertical, DM (distance multiplier)

Se refiere a la diferencia entre la altura inicial y final de la carga. El comité definió un 15% de disminución en la carga cuando el desplazamiento se realice desde el suelo hasta más allá de la altura de los hombros.

Se determina:

$$DM = (0,82 + 4,5/D)$$

$$D = V1-V2$$

Donde V1 es la altura de la carga respecto al suelo en el origen del movimiento y V2, la altura al final del mismo.

Cuando $D < 25$ cm, tendremos $DM = 1$, valor que irá disminuyendo a medida que aumente la distancia de desplazamiento, cuyo valor máximo aceptable se considera 175 cm.

Factor de asimetría, AM (asymmetric multiplier)

Se considera un movimiento asimétrico aquel que empieza o termina fuera del plano medio-sagital, como muestra la figura 2. Este movimiento deberá evitarse siempre que sea posible. El ángulo de giro (A) deberá medirse en el origen del movimiento y si la tarea requiere un control significativo de la carga (es decir, si el trabajador debe colocar la carga de una forma determinada en su punto de destino), también deberá medirse el ángulo de giro al final del movimiento.

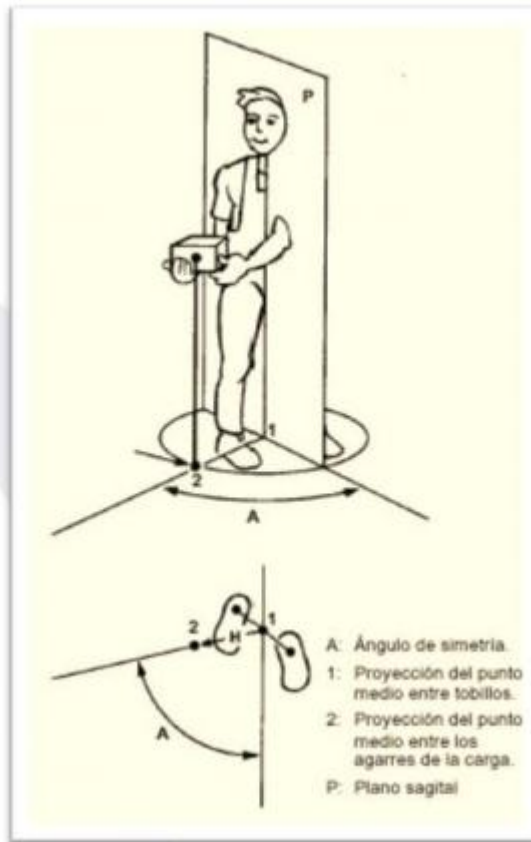


Fig. 2. Representación gráfica del ángulo de asimetría del levantamiento (A)

Se establece:

$$AM = 1 - (0,0032A)$$

El comité escogió un 30% de disminución para levantamientos que impliquen giros del tronco de 90°. Si el ángulo de giro es superior a 135°, tomaremos $AM = 0$.

Podemos encontrarnos con levantamientos asimétricos en distintas circunstancias de trabajo:

- Cuando entre el origen y el destino del levantamiento existe un ángulo.

- Cuando se utiliza el cuerpo como vía del levantamiento, como ocurre al levantar sacos o cajas.
- En espacios reducidos o suelos inestables.
- Cuando por motivos de productividad se fuerza una reducción del tiempo de levantamiento.

Factor de frecuencia, FM (frequency multiplier)

Este factor queda definido por el número de levantamientos por minuto, por la duración de la tarea de levantamiento y por la altura de los mismos.

La tabla de frecuencia se elaboró basándose en dos grupos de datos. Los levantamientos con frecuencias superiores a 4 levantamientos por minuto se estudiaron bajo un criterio psicofísico, los casos de frecuencias inferiores se determinaron a través de las ecuaciones de gasto energético. (Ver tabla 2) El número medio de levantamientos por minuto debe calcularse en un periodo 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 cada caso independientemente.

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.

En cuanto 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.

Si, por ejemplo, una tarea dura 45 minutos, debería estar seguida de $45 \cdot 1,2 = 54$ minutos, si no es así, se considerará de duración moderada. Si otra tarea dura 90 minutos, debería estar seguida de un periodo de recuperación de $90 \cdot 0,3 = 27$ minutos, si no es así se considerará de larga duración.

Factor de agarre, CM (coupling multiplier)

Se obtiene según la facilidad del agarre y la altura vertical del manejo de la carga. Estudios psicofísicos demostraron que la capacidad de levantamiento se veía disminuida por un mal agarre en la carga y esto implicaba la reducción del peso entre un 7% y un 11%. (Ver tablas 3 y 4).

Tabla 3. Clasificación del agarre de una carga

BUENO	Recipientes con diseño óptimo y con asas o asideros perforados de diseño óptimo	Piezas sueltas o irregulares, que no suelen ir en cajas, con la condición de que sean fácilmente asibles
REGULAR	Cajas con diseño óptimo pero con asas o asideros perforados de diseño subóptimo	Cajas con diseño óptimo sin asas ni asideros perforados, piezas sueltas o irregulares en los que el agarre permita una flexión de la palma de la mano de 90° (aprox.)
MALO	Cajas con diseño subóptimo, piezas sueltas, objetos irregulares difíciles de asir, voluminosos o con bordes afilados	Recipientes deformables

Tabla 4. Determinación del factor de agarre (CM)

CM		ALTURA VERTICAL	
		V < 75	V ≥ 75
TIPO DE AGARRE	BUENO	1,00	1,00
	REGULAR	0,95	1,00
	MALO	0,90	0,90

La ecuación NIOSH está basada en el concepto de que el riesgo de lumbalgias aumenta con la demanda de levantamientos en la tarea.

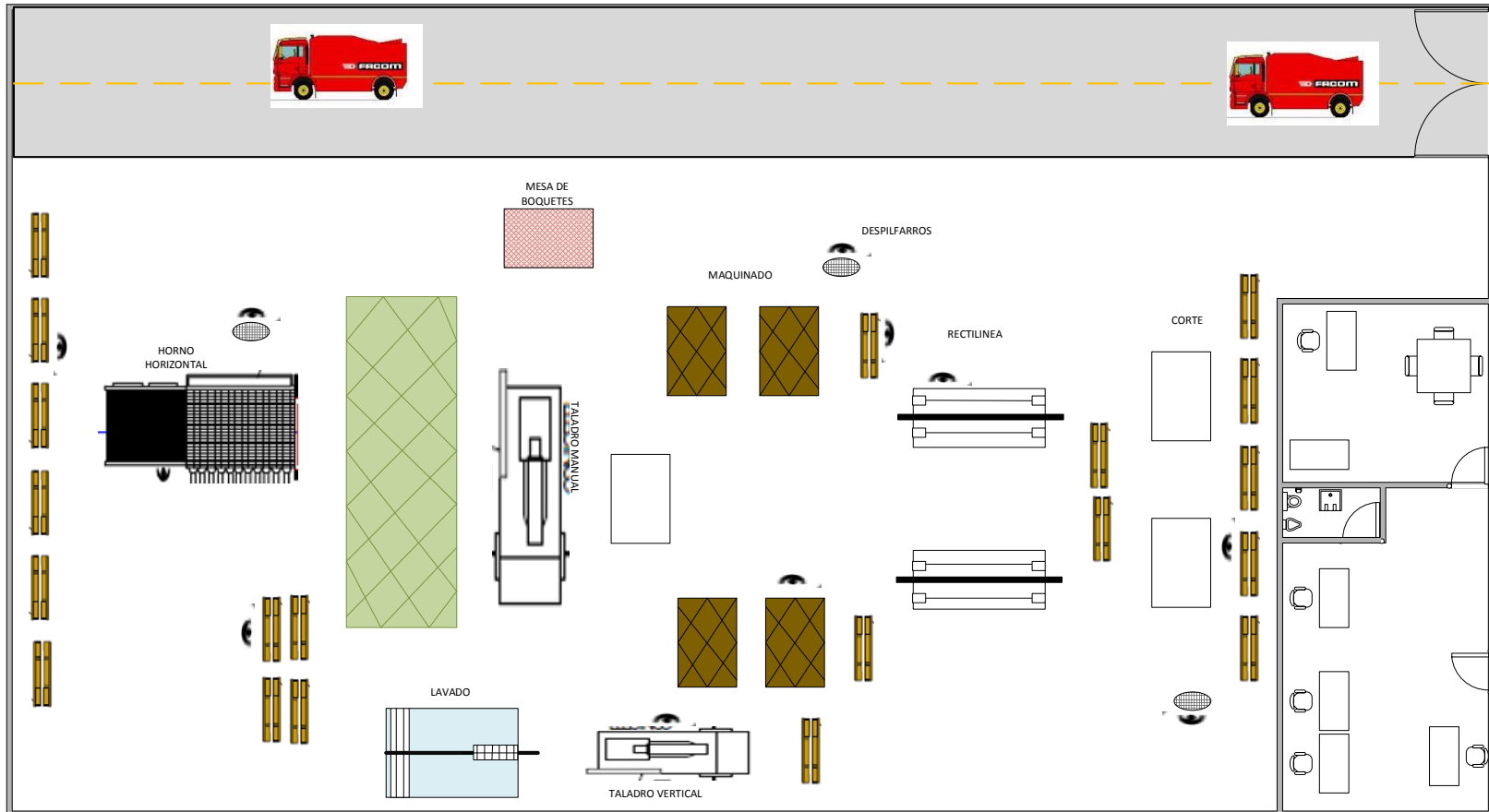
El índice de levantamiento que se propone es el cociente entre el peso de la carga levantada y el peso de la carga recomendada según la ecuación NIOSH.

La función riesgo no está definida, por lo que no es posible cuantificar de manera precisa el grado de riesgo asociado a los incrementos del índice de levantamiento; sin embargo, se pueden considerar tres zonas de riesgo según los valores del índice de levantamiento obtenidos para la tarea:

ÍNDICE DE RIESGO IL	NIVEL DE RIESGO	ACTUACIONES	
$IL \leq 0.85$	Bajo o tolerable	En este caso los trabajadores pueden efectuar la tarea sin peligro.	
$0.85 < IL < 1$	Significativo o moderado	Posibles actuaciones	Hacer un seguimiento durante algún tiempo y comprobar que el riesgo de manipulación es tolerable.
			Rediseñar la carga con el fin de reducir el nivel de riesgo.
$1 < IL \leq 2$	Inaceptable, nivel bajo.	Se recomienda un rediseño de la carga o de la tarea, según las prioridades.	
$2 < IL \leq 3$	Inaceptable, nivel medio	Se recomienda un rediseño de la carga o de la tarea, lo antes posible.	
$IL > 3$	Inaceptable, nivel alto	Se recomienda un rediseño de la carga o de la tarea, de forma inmediata.	

Anexo F. Rediseño de la planta Vitelsa S.A.

DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA VITELSA GIRÓN



Anexo G. Balance General Vitelsa S.A

INGRESOS	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ventas nacionales	\$7.889.990.456	\$9.467.988.547	\$11.740.305.799	\$14.910.188.364	\$19.383.244.873	\$25.779.715.682
Ventas exportacion	\$598.450.789	\$718.140.947	\$890.494.774	\$1.130.928.363	\$1.470.206.872	\$1.955.375.140
Ingresos no operacionales	\$78.990.345	\$94.788.414	\$117.537.633	\$149.272.794	\$194.054.633	\$258.092.661
TOTAL INGRESOS	\$8.567.431.590	\$10.280.917.908	\$12.748.338.206	\$16.190.389.522	\$21.047.506.378	\$27.993.183.483
EGRESOS						
Costos de ventas	\$4.748.244.560	\$5.697.893.472	\$7.065.387.905	\$8.973.042.640	\$11.664.955.432	\$15.514.390.724
Gastos de admon	\$2.789.980.990	\$3.347.977.188	\$4.151.491.713	\$5.272.394.476	\$6.854.112.818	\$9.115.970.048
Gastos no operacionales	\$210.456.789	\$252.548.147	\$313.159.702	\$397.712.822	\$517.026.668	\$687.645.469
Impuestos de renta	\$230.000.000	\$276.000.000	\$342.240.000	\$434.644.800	\$565.038.240	\$751.500.859
TOTAL EGRESOS	\$7.978.682.339	\$9.574.418.807	\$11.872.279.320	\$15.077.794.737	\$19.601.133.158	\$26.069.507.100
Utilidad del ejercicio anual	\$588.749.251	\$706.499.101	\$868.993.894	\$1.094.932.307	\$1.412.462.676	\$1.878.575.359
VENTOSA AUTOMATICA	\$17.662.478	\$21.194.973	\$26.069.817	\$32.847.969	\$42.373.880	\$56.357.261
VENTOSA MANUAL	\$15.896.230	\$17.662.478	\$21.724.847	\$27.373.308	\$35.311.567	\$46.964.384

TOTAL
\$178.843.900
\$149.036.583