

**Caracterización de riesgos ergonómicos y su influencia en la productividad en
pequeñas y microempresas fabricantes de calzado de cuero del área
Metropolitana de Bucaramanga**

Jhoanny Quintero Barajas

(000246856)

Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Industrial

Floridablanca, Colombia

2018

**Caracterización de riesgos ergonómicos y su influencia en la productividad en
pequeñas y microempresas fabricantes de calzado de cuero del área
Metropolitana de Bucaramanga**

Jhoanny Quintero Barajas

(000246856)

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Director del Proyecto

María Teresa Castañeda Galvis

Universidad Pontificia Bolivariana – Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Industrial

Floridablanca, Colombia

2018

Agradecimientos

A Dios por permitirme alcanzar este logro tan importante en mi vida, por dejarme resistir las noches de desvelo, luchar con las madrugadas y nunca desfallecer.

De igual manera agradezco a la Universidad Pontificia Bolivariana por darme la formación disciplinaria base para desarrollar este proyecto.

De manera especial, agradezco a los empresarios y trabajadores de las empresas pertenecientes a este proyecto, por su confianza, apoyo y colaboración que me otorgaron a lo largo de las múltiples visitas realizadas para el cumplimiento de los objetivos establecidos.

A mi directora de tesis, la Ing. María Teresa Castañeda por su conocimiento, su tiempo y su valiosa colaboración, para terminar con éxito este proyecto.

Por último, quiero agradecer a mi familia quienes siempre estuvieron apoyándome en cada paso que di y alentándome con su fortaleza para enfrentar las difíciles pruebas que la vida nos da.

Tabla de contenidos

	pág.
Introducción.....	8
1. Delimitación del Problema.	9
2. Alcance	11
3. Antecedentes.....	11
4. Justificación	14
5. Objetivos del Proyecto	15
5.1 Objetivo general.	15
5.2 Objetivos específicos.....	15
6. Marco Teórico.....	16
6.1. Conceptualización de la ergonomía.....	16
6.2. Método RULA	18
6.2.1 Evaluación del Grupo A.....	20
6.2.2 Evaluación del Grupo B.....	22
6.2.3 Puntuación de los Grupos A y B	23
6.2.4 Puntuación final.....	24
6.2.5 Nivel de Actuación	26
6.3 Conceptualización de productividad	26
6.4 Tiempo estándar	27
6.4.1 Evaluación tiempos de trabajo	27
6.4.2 Valoración.....	28
6.4.3 Contingencias	28
6.4.4 Suplementos	29
6.5 Calculo de la productividad	31
6.5.1 Contrato de trabajo a destajo	31
6.5.2 Materia prima	31
6.5.3 Utilidad.....	32
7. Metodología	33
7.1 Tipo de investigación.....	33
7.2 Población	33
7.3 Muestra	33
7.4 Variables de decisión.....	33
7.4.1 Factores ergonómicos.	33
7.4.2 Desempeño laboral.	34
7.5 Procedimiento	34
7.5.1 Fase I.....	34
7.5.2 Fase II.....	35
8. Resultados Fase I	36
8.1 Información empresas.....	36
8.2 Información puestos de trabajo.	42
8.2.1 Troquelado	42
8.2.2 Desbaste	43

8.2.3 Montaje	43
8.2.4 Terminado y empaque.....	44
8.2.5 Otro	45
8.3 Análisis RULA aplicado.....	46
8.3.1 Evaluación del brazo.....	46
8.3.2 Evaluación del antebrazo	51
8.3.3 Evaluación de la muñeca.....	53
8.3.4 Evaluación giro de la muñeca	55
8.3.5 Evaluación del cuello	56
8.3.6 Evaluación del tronco	58
8.3.7 Evaluación de las piernas	60
8.3.8 Tipo de actividad	7
8.3.9 Carga o fuerza	7
8.3.10 Nivel de riesgo.....	9
9. Resultados Fase II	12
9.1 Cronograma de actuación Fase II.....	12
9.2 Calculo del tiempo estándar actual.....	14
9.3 Calculo de la productividad actual	16
9.4 Intervención	18
9.4.1 Capacitaciones	18
9.4.2 Rediseño puesto de trabajo troquelado	18
9.4.3 Rediseño puesto de trabajo desbaste.....	19
9.4.4 Rediseño puesto de trabajo montaje	19
9.4.5 Rediseño puesto de trabajo terminado	20
9.5 Calculo del tiempo estándar después de implementación.	21
9.6 Calculo de la productividad después de implementación.....	21
10. Conclusiones	23
11. Recomendaciones.....	24
12. Lista de Referencias	25
Anexos.....	28

Lista de tablas

	pág.
Tabla 1. Puntuación del brazo.	20
Tabla 2. Modificación de la puntuación del brazo.....	20
Tabla 3. Puntuación del antebrazo.	21
Tabla 4. Modificación de la puntuación del antebrazo.	21
Tabla 5. Puntuación de la muñeca.	21
Tabla 6. Modificación de la puntuación de la muñeca.....	21
Tabla 7. Puntuación del giro de la muñeca.....	22
Tabla 8. Puntuación del cuello.....	22
Tabla 9. Modificación de la puntuación del cuello.	22
Tabla 10. Puntuación del tronco.	23
Tabla 11. Modificación de la puntuación del tronco.....	23
Tabla 12. Puntuación de las piernas.....	23
Tabla 13. Puntuación del Grupo A.....	24
Tabla 14. Puntuación del Grupo B.....	24
Tabla 15. Puntuación por tipo de actividad.	25
Tabla 16. Puntuación por carga o fuerzas ejercidas.....	25
Tabla 17. Puntuación Final RULA.	26
Tabla 18. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.	26
Tabla 19. Porcentaje valoración.....	28
Tabla 20. tabla de suplementos para el cálculo de tiempo estándar.	30
Tabla 21. Participación empresas.	37
Tabla 22. Sección trabajador.	39
Tabla 23. Sexo	39
Tabla 24. Edad.....	40
Tabla 25. Duración jornada vs Tiempo en el puesto.....	41
Tabla 26. Resumen puntuación brazo.	46
Tabla 27. Tabla cruzada grados de flexión y grados de extensión brazo*Puesto de trabajo.	47
Tabla 28. Tabla cruzada El brazo está abducido*Puesto de trabajo	48
Tabla 29. Tabla cruzada El brazo está rotado o el hombro elevado*Puesto de trabajo	49
Tabla 30. Tabla cruzada La carga no está soportada sólo por el brazo, sino que existe un punto de apoyo*Puesto de trabajo.....	49
Tabla 31. Tabla cruzada Puntuación del brazo*Puesto de trabajo.....	50
Tabla 32. Tabla cruzada grados de flexión y grados de extensión antebrazo*Puesto de trabajo ..	51
Tabla 33. Tabla cruzada modificación puntuación del antebrazo*Puesto de trabajo	52
Tabla 34. Tabla cruzada Puntuación del antebrazo*Puesto de trabajo	53
Tabla 35. Tabla cruzada posición de la muñeca*Puesto de trabajo	54
Tabla 36. Tabla cruzada La muñeca está en desviación radial o cubital*Puesto de trabajo	54
Tabla 37. Tabla cruzada Puntuación de la muñeca*Puesto de trabajo	55
Tabla 38. Tabla cruzada giro de la muñeca*Puesto de trabajo.....	56
Tabla 39. Tabla cruzada Puntuación giro de la muñeca*Puesto de trabajo	56
Tabla 40. Tabla cruzada flexión del cuello*Puesto de trabajo	57
Tabla 41. Tabla cruzada modificación puntuación del cuello*Puesto de trabajo.....	57

Tabla 42. Tabla cruzada Puntuación del cuello*Puesto de trabajo	58
Tabla 43. Tabla cruzada posición del tronco*Puesto de trabajo	59
Tabla 44. Tabla modificación puntuación del tronco*Puesto de trabajo	59
Tabla 45. Tabla cruzada Puntuación del tronco*Puesto de trabajo	60
Tabla 46. Tabla cruzada posición de las piernas*Puesto de trabajo	60
Tabla 47. Tabla cruzada Puntuación de piernas*Puesto de trabajo	61
Tabla 48. Tabla cruzada tipo de actividad*Puesto de trabajo	7
Tabla 49. Tabla cruzada carga o fuerza realizada*Puesto de trabajo	8
Tabla 50. Tabla cruzada Nivel de riesgo*Puesto de trabajo	9
Tabla 51. Tabla cruzada Empresa*Nivel de riesgo	11
Tabla 52. Identificación modificada	13
Tabla 53. Procesos con nivel de riesgo igual a cuatro.	14
Tabla 54. Suplementos variables cargo troquelado	15
Tabla 55. Tiempo estándar puestos de trabajo.....	17
Tabla 56. Productividad puesto de trabajo	17
Tabla 57. Nuevo tiempo estándar puesto de trabajo.	21
Tabla 58. Nueva productividad puesto de trabajo.	21
Tabla 59. Cuadro comparativo basado en la implementación.	22

Lista de figuras

	pág.
Figura 1. Sección de troquelado	42
Figura 2. Sección de desbaste	43
Figura 3. Sección de montaje.....	44
Figura 4. sección de terminado	44
Figura 5. Operarios auxiliares.....	45
Figura 6. Ejemplo 1.....	62
Figura 7. Ejemplo 2.....	62
Figura 8. Ejemplo 3.....	62
Figura 9. Ejemplo 4.....	62
Figura 10. Cronograma Fase	13
Figura 11. Cambios puesto de trabajo.....	19
Figura 12. Ejemplo 5.....	20
Figura 13. Ejemplo 7.....	20
Figura 14. Ejemplo 6.....	20
Figura 15. Ejemplo 8.....	20

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: Caracterización de riesgos ergonómicos y su influencia en la productividad en pequeñas y microempresas fabricantes de calzado de cuero del área Metropolitana de Bucaramanga

AUTOR(ES): Jhoanny Quintero Barajas

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR(A): María Teresa Castañeda Galvis

RESUMEN

El actual proyecto constituye un esfuerzo para difundir como temas ergonómicos son trascendentales para la mejora indiscutible de una actividad laboral, debido al riesgo osteomuscular latente en el recurso humano. Con el fin de proponer una línea de acción que permita a las empresas el mejoramiento de su sistema productivo, para esto se inicia con un diagnóstico para identificar qué factores de riesgo están expuestos, es decir cuáles son las condiciones del entorno de trabajo, las tareas realizadas y la exigencia de estas, los factores físicos biomecánicos (postura, movimientos repetitivos, manipulación de cargas, entre otros). Posteriormente se realiza la evaluación de los factores de riesgo encontrados, por medio del Método Rula, el cual representa el medio más adecuado para brindar información sobre el nivel de riesgo, de igual modo se registra el nivel de productividad actual. Por consiguiente, se jerarquizan los riesgos encontrados, sus respectivos niveles y la prioridad que tienen de ser intervenidos. Finalmente, se proponen y aplican mejoras que permiten observar el cambio en la productividad, debido a cambios ergonómicos que favorecen el bienestar del trabajador.

PALABRAS CLAVE:

Evaluación ergonómica, Rula, peligro, riesgo, suplementos, productividad, tiempo estándar, contingencias.

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Characterization of ergonomic risks and their influence on productivity in small and micro-leather footwear manufacturers in the Metropolitan Area of Bucaramanga

AUTHOR(S): Jhoanny Quintero Barajas

FACULTY: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR: María Teresa Castañeda Galvis

ABSTRACT

The current project is an effort to disseminate how ergonomic issues are important for the indisputable improvement of a work activity, due to the latent musculoskeletal risk in human resources. In order to propose a line of action that allows companies to improve their productive system, this starts with a diagnosis to identify which risk factors are exposed, ie what are the conditions of the work environment, the tasks performed and the requirement of these, biomechanical physical factors (posture, repetitive movements, cargo handling, among others). Subsequently, the assessment of the risk factors found is carried out, by means of the Rula Method, which represents the most appropriate means to provide information on the level of risk, in the same way the current level of productivity is recorded. Therefore, the risks found, their respective levels and the priority they have to be intervened are hierarchized. Finally, improvements are proposed and applied to observe the change in productivity, due to ergonomic changes that favor the well-being of the worker.

KEYWORDS:

Ergonomic evaluation, Rula, danger, risk, supplements, productivity, standard time, contingencies.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

Introducción

El sector nacional de calzado se ha visto afectado debido a la alta competencia de producto extranjero y la disminución de exportación de producto nacional, a causa de esto se hace necesario reforzar diferentes aspectos que puedan potenciar la competitividad del sector. A nivel nacional, el personal de trabajo es uno de los aspectos más importantes para la fabricación de producto, puesto que aún no se cuenta con avances tecnologías que permitan automatizar este proceso, y por tanto se lleva a cabo de forma manual. Sin embargo, en el país no se tiene conciencia de este aspecto, ya que las enfermedades y accidentes de tipo laboral mantiene un comportamiento creciente cada año.

El riesgo de sufrir accidentes está implícito en todo tipo de actividad que lleva a cabo el ser humano. En el ámbito laboral, este va asociado al nivel de productividad afectando el recurso humano y la liquidez de las empresas debido al aumento de imprevistos y sobre cosas que se generan. Por lo tanto, la prevención y control de sucesos inesperados en relación a las tareas que realiza el empleado son fundamentales y necesarias para un óptimo desempeño de estas.

Adicional a los accidentes de trabajo, las enfermedades profesionales se suman a las molestias a las cuales el trabajador está en riesgo de sufrir dada la naturaleza de los cargos. Desde el punto de vista ergonómico todas las operaciones suponen un riesgo musculoesquelético creando la necesidad de evaluar las operaciones. En este documento se presenta una caracterización realizada a pequeñas y microempresas pertenecientes al sector calzado del área Metropolitana de Bucaramanga, en la cual se identifica el nivel y tipo de riesgo ergonómico por carga física biomecánica y condiciones de trabajo presentes. Para este proceso, se utilizó la prueba Rula para identificar las operaciones críticas y las necesidades de cambio en la ejecución de la operación.

Con base en los resultados obtenidos se proponen planes de mejora en los puestos de trabajo más críticos, que permita mejorar la ejecución de la labor y el aumento de la productividad.

1. Delimitación del Problema.

El más frecuente e importante campo de investigación que ha tenido la ergonomía ha sido el estudio del desempeño humano frente a las exigencias biomecánicas (postura, fuerza, movimiento) que demandan los puestos de trabajo a la población económicamente activa. Cuando estos requerimientos sobrepasan la capacidad de respuesta del individuo o no hay una adecuada recuperación biológica de los tejidos, este esfuerzo puede asociarse con el origen o la presencia de Desórdenes Músculo Esqueléticos (DME) relacionados con el trabajo.

Como lo reporta la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, los DME constituyen el problema de salud de origen laboral más frecuente y significativo en Europa, los países industrializados y una de las primeras causas de ausentismo, con importancia creciente de manera exponencial en las últimas décadas, afectando a trabajadores de todos los sectores de actividad y ocupaciones independientemente de la edad y el género, cuyos costos sociales y económicos son particularmente elevados. El gran impacto económico de estas lesiones es debido a que estos problemas originan muchos días de ausentismo por su difícil tratamiento y una cantidad importante de recaídas; dificultando que los trabajadores se reincorporen a sus puestos de trabajo.

En Colombia, el Informe de Enfermedad Profesional 2003-2005, adelantado por el Ministerio de la Protección Social, reporta que la primera causa de morbilidad profesional diagnosticada entre 2001 y 2004 compromete de manera gradual el sistema musculoesquelético, siendo los DME el tipo de patología más frecuentemente diagnosticada. Los factores etiológicos de los DME implican la coexistencia de diferentes factores de riesgo que se encuentran potencialmente presentes y con intensidades variables, entre ellos, en el terreno organizacional, físico, fisiológico y psicosocial.

En la actualidad el 73% de los trabajadores opera diariamente en un solo espacio de trabajo, en las instalaciones de su empresa, en las instalaciones de los clientes, en un coche u otro vehículo, en un sitio exterior (obra de construcción, campo agrícola, calles de las ciudades, etc.), en su propia casa o en espacios públicos como cafeterías, aeropuertos, etc. El 14% combina a diario dos de estos espacios, mientras que el 5% combina tres o más espacios de trabajo, además son muchos los trabajadores y trabajadoras que pasan largos periodos de su jornada en posición sentada. Según los resultados de la VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (2015), casi un 30% de los trabajadores afirma trabajar sentado, ya sea sin levantarse casi nunca (17,2%) o levantándose

frecuentemente (12%). Teniendo en cuenta que el cuerpo humano permanece sentado entre 8 y 10 horas, es decir un 40% de las 24 horas del día, siendo esta postura la que más estrés produce en el cuerpo, una silla inapropiada puede causar innumerables problemas como dolores lumbares, de cabeza, espalda, piernas y pies, una adopción de posturas inapropiadas falta de concentración y por ende disminución en la productividad.

De acuerdo con estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en Latinoamérica, ocho de cada diez personas han padecido algún trastorno de columna en algún momento de su vida. El problema es que esas cifras han ido en aumento, año tras año, según los informes de la OMS. Actualmente en Bucaramanga, seis de cada diez ciudadanos presentan algún problema de salud, debido a la mala postura que tienen en su trabajo, afirma el médico ortopedista y traumatólogo Enrique Osorio Muñoz, quien ha tenido casos de pacientes que, por efecto de las malas posturas y el estrés, terminan incluso hospitalizados.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud y con la tabla de enfermedades laborales del país, las lesiones lumbares y discales, dependiendo de las condiciones de cada persona, podrían tener su origen en ambientes o actividades laborales anti-ergonómicos.

A partir de los planteamientos presentados previamente surgen los interrogantes, ¿Cómo influye la posición corporal con el rendimiento del trabajador? ¿Los empleados que trabajan en puestos no diseñados bajo criterios ergonómicos, manifiestan malestares durante su jornada laboral? ¿Cuál es la relación del puesto de trabajo con el rendimiento del trabajador? ¿Es posible diagnosticar los riesgos y enfermedades ocupacionales que existen en un área de trabajo?

2. Alcance

El presente proyecto tiene como alcance comprender la situación actual que prevalece en las empresas pertenecientes al sector calzado, respecto a las condiciones ergonómicas de trabajo, e identificar y evaluar los factores de riesgo que están repercutiendo en el desempeño laboral de los trabajadores y cuál es su efecto en la productividad, de tal forma que permita la identificación de causas, posibles soluciones y acciones preventivas para el futuro, para así poder concientizar a los empresarios sobre la importancia de realizar los diseños de puestos de trabajo, acorde a las necesidades y capacidades de los empleados, en las pequeñas empresas manufactureras de calzado en el área metropolitana de Bucaramanga. A través del desarrollo de cada uno de los objetivos planteados.

3. Antecedentes

La ergonomía nace en los tiempos en que el hombre adoptó una conducta social, aprendió a cultivar la tierra y se volvió sedentario. Debido a esto tuvo la necesidad de crear artefactos para defenderse y mejorar su calidad de vida. El perfeccionamiento progresivo de su tecnología dio lugar al surgimiento de la ergonomía (Cruz y Garnica, 2001). Desde tiempos antiguos algunas personas, principalmente los científicos, han buscado reducir las dificultades del trabajo y mejorar el rendimiento.

J.S. Renner, también se acerca al tema de la macro-ergonomía con el fin de realizar un enfoque sociotécnico para mejorar el sistema de fabricación del calzado en Brasil. El autor hace referencia a la necesidad de la industria del calzado artesanal, pero también a los diferentes riesgos que vienen implícitos en los procesos de producción, el estudio se llevó a cabo en tres años y medio, en una de las plantas más grandes de calzado en Brasil. Se tuvieron en cuenta cuatro subsistemas: personal, tecnológico, diseño del trabajo y el ambiente externo; basados en el enfoque participativo del análisis macro-ergonómico en el cual se elaboraron soluciones para mejorar la micro y macro ergonomía.

Se puede identificar que el tema de los DME está presente en diferentes países que también tienen altos índices de producción en la industria del calzado, como lo presenta el autor brasilero Edgar Ramos Vieira, quien centró su estudio en los síntomas y riesgos relacionados con los

trastornos musculoesqueléticos que presentan los trabajadores en la industria del calzado, según su género. Este estudio fue realizado con base a evaluaciones de estrés, el cuestionario nórdico, prueba de identificación de trastornos por consumo de alcohol y test de Fagetstrom; mediante la utilización de estadística sobre 175 mujeres y 183 hombres trabajadores de esta industria. Con lo cual, se pudo identificar que los trabajadores tienen diferencias significativas en sus características ocupacionales, niveles de estrés, niveles de actividad física, consumo de alcohol y tabaco y en la presencia de síntomas de DME según su género; las mujeres están expuestas a un mayor nivel de estrés y tienden a sufrir mayores síntomas de DME, quienes reportan menor tiempo de actividades físicas, por lo cual se deben tener muy en cuenta este tipo de diferencias en la implementación de programas de DME.

Así mismo, Silva (2005) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) llevó a cabo un estudio para la "Implementación de mejoras a métodos de trabajo dentro del sistema de producción de manufactura modular, y diseño de perfiles para los puestos de trabajo en Industrias Chicco Ltda." donde las mejoras buscaban obtener resultados positivos al incrementar las eficiencias de los módulos de montaje, considerados en la valoración inicial como críticos, que además mejoran las condiciones laborales en seguridad industrial, ergonomía y condiciones ambientales.

La Universidad Industrial de Santander (UIS) (2011) tiene diseñado un "Programa de vigilancia epidemiológica para la prevención del riesgo ergonómico en entornos laborales" con el fin de mejorar las condiciones laborales y de salud de sus trabajadores pretende dar un paso más en pro de optimizar la calidad de vida de los empleados de la institución. Este programa busca disminuir el impacto sobre la salud de los funcionarios de la universidad, derivado de la exposición a factores de riesgo ergonómico a nivel laboral, a través del proceso sistemático de intervenciones y controles realizados a las condiciones de trabajo y a la persona, con el fin de proporcionar entornos de trabajo seguros. Para ello, se identifican factores de riesgo ergonómico; luego se caracterizan los factores de ocurrencia de casos de enfermedad asociados al factor de riesgo ergonómico y se establecen e implementan estrategias y medidas de control de los factores de riesgo ergonómico.

Siza (2012) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en Ecuador realizó un 'Estudio ergonómico en los puestos de trabajo del área de preparación de material en Cepeda Compañía Limitada' que consistía en realizar un estudio ergonómico en los puestos de trabajo del área de preparación de material en "Cepeda Compañía Limitada", su actividad principal es la

fabricación de carrocerías metálicas para buses. Iniciando el estudio con una descripción general de las actividades que se realizan en los puestos de trabajo, identificando la existencia de grupos de alto riesgo por exposición a factores ergonómicos en las secciones "Partes y Piezas", "Cerchas" y "Frentes y Respaldos". Las principales afecciones de origen ergonómico a las que el trabajador se expone son: lumbalgia, hernia discal y cervicalgia.

El estudio realizado por Murphy (2014) resalta la importancia de la implementación de macro-ergonomía, ya que esta examina todos los aspectos del sistema de trabajo sin restricciones basadas en la medición de la percepción únicamente de los empleados, diseñando un sistema de trabajo "armonizado" que mejora los aspectos de desempeño, organización y eficacia por parte de los trabajadores generando así mayor seguridad y productividad para la empresa.

Parra (2017) de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, realizó un "Análisis ergonómico de las operaciones en el proceso de producción de leche en polvo para los puestos de trabajo en el área productiva de Indunilo S.A.S.", el cual menciona que desde el punto de vista ergonómico todas las operaciones suponen un riesgo osteomuscular creando la necesidad de evaluar las operaciones. Para este proceso, utilizó la prueba RULA para identificar las operaciones críticas y la prueba REBA para determinar la necesidad de cambio en la ejecución de la operación, dando como resultado que los riesgos osteomusculares más frecuentes para esta empresa eran: extensión o flexión excesiva del cuello, uso de los brazos en un Angulo superior a 60 grados y el riesgo de muñecas por torsión, proponiendo capacitaciones en la postura adecuada para mitigar riesgos osteomusculares en columna y rodillas.

4. Justificación

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) enmarca el concepto de ergonomía dentro del espectro de conocimientos y experiencias de las características y capacidades del trabajador, apuntando al uso óptimo del recurso "trabajo humano" haciendo entender que el trabajo llegue a considerarse como más humano (OIT Laurig W, 1998, p.29). Así mismo, la ergonomía examina no sólo la situación pasiva del ambiente, sino también las ventajas para el operador humano y las aportaciones que pueda hacer, con miras a permitir y fomentar el mejor uso de sus habilidades.

En este mismo contexto, un importante campo de investigación donde la ergonomía ha participado ha sido el estudio del desempeño humano frente a las exigencias biomecánicas (postura, fuerza, movimiento) que demandan los puestos de trabajo.

Realizando este trabajo de investigación, no solo se busca dar respuesta al interrogante de cuál es el perfil de riesgos ergonómicos de las pequeñas y microempresas fabricantes de calzado del Área Metropolitana de Bucaramanga, sino obtener una idea general de cuáles son las principales causas que generan efectos adversos a los trabajadores, en sus determinados puestos de trabajo, y como estos afectan en el desarrollo de la tarea asignada a cada trabajador. En ese orden de ideas el anteproyecto servirá como base para que las empresas identifiquen los riesgos específicos de cada puesto de trabajo, y que puedan proporcionar las medidas preventivas adecuadas para que el proceso de fabricación de calzado pueda desarrollarse óptimamente y con las mejores condiciones de salud y seguridad de los trabajadores.

5. Objetivos del Proyecto

5.1 Objetivo general.

Caracterizar los riesgos ergonómicos presentes en los diferentes puestos de trabajo y el efecto que estos tienen sobre la productividad laboral, analizando las diferentes posturas adoptadas por los trabajadores durante su jornada laboral, con el fin de establecer un perfil de riesgos ergonómicos que permita proponer alternativas de mejora en las pequeñas y microempresas fabricantes de calzado de cuero, ubicadas en el área metropolitana de Bucaramanga.

5.2 Objetivos específicos.

- ✓ Realizar un diagnóstico inicial de las condiciones de las empresas que permita identificar los puestos de trabajo en donde los operarios presenten mayor carga postural, en términos de duración y frecuencia.
- ✓ Ejecutar una evaluación en los puestos de trabajo por medio del método RULA, con el fin de obtener las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar la existencia de riesgos ergonómicos y que tipo de medidas deben adoptarse.
- ✓ Rediseñar puestos de trabajo en los cuales presenten riesgos detectados por el método RULA, de tal forma que permita realizar un análisis comparativo entre la productividad actual y la productividad después de rediseñado el puesto de trabajo.
- ✓ Identificar las causas principales de trabajo critico en términos de condiciones ergonómicas y proponer planes de mejora factibles de implementarse, encaminadas a minimizar los factores de riesgo ergonómico en los puestos de trabajo estudiados.

6. Marco Teórico

6.1. Conceptualización de la ergonomía

El término ergonomía proviene de las palabras griegas ergon (trabajo) y nomos (la ley, norma o doctrina); la primera referencia a la ergonomía aparece citada en el libro del polaco Wojciech Jastrzebowki (1857) titulado “Compendio de Ergonomía” o de la ciencia del trabajo basado en verdades tomadas de la naturaleza, que según la traducción de Pacaud (1974) dice: “ para empezar un estudio científico del trabajo y elaborar una concepción de la ciencia del trabajo, no debemos supeditarla en absoluto a otras disciplinas científicas, para que sea ciencia del trabajo, simultáneamente a nuestras facultades físicas, estéticas, racionales y morales...” (p.15)

Una medida económica directa de la productividad, los costes del ausentismo por enfermedad, está relacionada con las condiciones de trabajo. Así, debería ser posible aumentar la productividad y la calidad y evitar el ausentismo prestando más atención a la concepción de trabajo. Una hipótesis simple de la ergonomía moderna podría ser: el dolor y el agotamiento causan riesgos para la salud, pérdidas en la productividad y disminución de la calidad, que son las medidas de los costes y beneficios del trabajo humano.

Hoy en día existen dos maneras de comprender lo que es la intervención ergonómica y cómo debe utilizarse, por una parte, deben hacerse manuales y catálogos de normas que servirán como guía para los encargados de la realización de los proyectos. Tras esta percepción, se vuelve necesario dotar a los dirigentes de herramientas útiles, así como brindar equipamientos y servicios eficientes. Esta aproximación es útil cuando estos productos y servicios serán para una cantidad grande de usuarios, o cuando se desconocen las funciones que se asignarán en el futuro. La otra forma de entender la ergonomía requiere que el ergónomo sea presencial. Es decir, debe estar al tanto de todo lo que sucede durante el proyecto y de todos los cambios y ajustes que puedan ser necesarios realizar. La intervención ergonómica se puede simplificar en una serie de etapas: análisis de la situación, diagnóstico y propuestas, experimentación, aplicación, validación de los resultados, y seguimiento (Mondelo, 2002, p.8).

Inicialmente, sólo se consideraba a la ergonomía como una interfaz hombre- máquina. En su origen, este concepto se refería a una persona trabajando con una compleja pieza que conformaba a un equipo. En un sentido más amplio, se considera a la ergonomía como la interacción entre humanos y un sistema completo. Se estudia cómo es que las personas encajan dentro de los sistemas de producción, redes de comunicación y procesos de toma de decisiones (MacLeod, 1994). En vista de todos los factores que la ergonomía involucra, ahora se considera un sistema hombre-máquina-entorno. No está conformado sólo por los factores humanos, sino también por elementos organizativos (de estructuración), informativos (de comunicación) y territoriales (de espacio) (Ramírez, 1991, p.14).

Quando se diseñan los puestos de trabajo, es necesario determinar el espacio necesario para realizar las actividades. Debido a la gran diversidad de talla de las personas, hay que considerar dimensiones que incluyan a la mayor cantidad de individuos, evitando considerar una media del individuo promedio en la elaboración del diseño (Llaneza, 2009, p.21).

La antropometría es la utilización de métodos físico científicos en el ser humano para la creación de estándares de diseño, de requerimientos específicos y para la valoración de los diseños de ingeniería, modelos a escalar y productos manufacturados. Esta tiene la finalidad de ajustar el entorno a las características de los usuarios. Para la ergonomía, el humano promedio no existe, se considera el humano estadístico, que resulta de considerar los valores límite, es decir, se utiliza a los hombres más altos para determinar la altura de las puertas y a los más pequeños para asignar las distancias máximas de alcance de los equipos (Llaneza, 2009, p.23).

Un punto importante que caracteriza la importancia de la ergonomía consiste en el beneficio que brinda para el alcance de la calidad. En vista de esto, se hace necesario mencionar cómo se interrelacionan estas dos áreas. Algunos estudios han mostrado que existe una fuerte relación entre calidad, ergonomía y seguridad, por lo que la integración de estos se ha vuelto una necesidad (Bengtsson y Ljungstrom, 1998, p.13).

Los conceptos de calidad, ergonomía y seguridad revelan varias dimensiones que interactúan entre sí, por lo que necesitan ser consideradas en los métodos de integración. La multidimensionalidad de factores involucrados en la integración requiere una metodología que sea

capaz de establecer relaciones entre las diferentes dimensiones e identificar varios caminos para la mejora de sistemas simultáneos (Dzissah, 2005, p.5).

6.2. Método RULA

El método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) fue creado por el Dr. Lynn McAtanney y el Profesor E. Nigel Corlett en Inglaterra. Se publicó por primera vez en 1993 por la revista *Applied Ergonomics*. Fue desarrollado para realizar una evaluación pronta de los esfuerzos a los que se someten los miembros superiores del aparato musculoesquelético de los empleados debido a la postura, función muscular y las fuerzas que ellos ejercen. La ventaja de este método es que admite una valoración rápida en el área de trabajo. Requiere de la observación de las posturas adquiridas durante la actividad por las extremidades superiores, cuello, espalda y piernas. Toma cuatro niveles de acción en función de los resultados obtenidos a través de los factores de exposición (Lynn McAtanney, E. Nigel Corlett, 1993, p.74). El método se realiza como sigue:

- Análisis de brazo, antebrazo y muñeca.
- Análisis de cuello, tronco y piernas,
- Interpretación de los niveles de riesgo y acción

El método RULA evalúa posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es necesario seleccionar aquellas posturas que serán evaluadas de entre las que adopta el trabajador en el puesto. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutral (Ergonautas, 2018).

Para ello, el primer paso consiste en la observación de las tareas que desempeña el trabajador. Se observarán varios ciclos de trabajo y se determinarán las posturas que se evaluarán. Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura (Ergonautas, 2018).

Las mediciones que realizar sobre las posturas adoptadas por el trabajador son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto a determinadas referencias). Estas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador

mediante transportadores de ángulos, electro-goniómetros, o cualquier dispositivo que permita la toma de datos angulares (Ergonautas, 2018).

De acuerdo con Ergonautas 2018 el procedimiento para aplicar el método RULA puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos. Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares.
2. Seleccionar las posturas que se evaluarán. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutral.
3. Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho. En caso de duda se analizarán los dos lados.
4. Tomar los datos angulares requeridos
5. Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo. Empleando la tabla correspondiente a cada miembro.
6. Obtener las puntuaciones parciales y finales del método para determinar la existencia de riesgos y establecer el Nivel de Actuación
7. Si se requieren, determinar qué tipo de medidas deben adoptarse. Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones.
8. Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario
9. En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método RULA para comprobar la efectividad de la mejora

Se expone a continuación la forma de obtener las puntuaciones de cada miembro, las puntuaciones parciales y finales y el nivel de actuación.

6.2.1 Evaluación del Grupo A

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Así pues, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro.

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su grado de flexión/extensión. Para ello se medirá el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco (Ergonautas, 2018).

Tabla 1. Puntuación del brazo.

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del brazo. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido (separado del tronco en el plano sagital) o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo sobre el que descansa el brazo del trabajador mientras desarrolla la tarea la puntuación del brazo disminuye en un punto. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del brazo no se modifica (Ergonautas, 2018).

Tabla 2. Modificación de la puntuación del brazo.

Posición	Puntuación
Hombro elevado o brazo rotado	+1
Brazos abducidos	+1
Existe un punto de apoyo	-1

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo (Ergonautas, 2018).

Tabla 3. Puntuación del antebrazo.

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

La puntuación obtenida para el brazo valora la flexión del antebrazo. Esta puntuación se aumentará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo (Ergonautas, 2018).

Tabla 4. Modificación de la puntuación del antebrazo.

Posición	Puntuación
A un lado del cuerpo	+1
Cruza la línea media	+1

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutral (Ergonautas, 2018).

Tabla 5. Puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	2
Flexión o extensión >15°	3

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión de la muñeca. Esta puntuación se aumentará en un punto si existe desviación radial o cubital (Ergonautas, 2018).

Tabla 6. Modificación de la puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación
Desviación radial	+1
Desviación cubital	+1

Una vez obtenida la puntuación de la muñeca se valorará el giro de la misma. Este nuevo valor será independiente y no se añadirá a la puntuación anterior, si no que servirá posteriormente para obtener la valoración global del Grupo A. Se trata de valorar el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo) (Ergonautas, 2018).

Tabla 7. Puntuación del giro de la muñeca.

Posición	Puntuación
Pronación o supinación media	1
Pronación o supinación extrema	2

6.2.2 Evaluación del Grupo B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (cuello, tronco y piernas). Por ello, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro (Ergonautas, 2018).

La puntuación del cuello se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco.

Tabla 8. Puntuación del cuello.

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 10°	1
Flexión >10° y ≤20°	2
Flexión >20°	3
Extensión en cualquier grado	4

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del cuello. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza. Ambas circunstancias pueden ocurrir simultáneamente, por lo que la puntuación del cuello puede aumentar hasta en dos puntos. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del cuello no se modifica (Ergonautas, 2018).

Tabla 9. Modificación de la puntuación del cuello.

Posición	Puntuación
Cabeza rotada	+1
Cabexa con inclinación lateral	+1

La puntuación del tronco dependerá de si el trabajador realiza la tarea sentado o de pié. En este último caso la puntuación dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical (Ergonautas, 2018).

Tabla 10. Puntuación del tronco.

Posición	Puntuación
Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $>90^\circ$	1
Flexión entre 0° y 20°	2
Flexión $>20^\circ$ y $\leq 60^\circ$	3
Flexión $>60^\circ$	4

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del tronco. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco. Ambas circunstancias pueden ocurrir simultáneamente, por lo que la puntuación del tronco puede aumentar hasta en dos puntos Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del tronco no se modifica (Ergonautas, 2018).

Tabla 11. Modificación de la puntuación del tronco.

Posición	Puntuación
Tronco rotado	+1
Tronco con inclinación lateral	+1

La puntuación de las piernas dependerá de la distribución del peso entre las ellas, los apoyos existentes y si la posición es sedente (Ergonautas, 2018).

Tabla 12. Puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación
Sentado, con piernas y pies bien apoyados	1
De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición	1
Los pies no están apoyados o el peso no está simétricamente distribuido	2

6.2.3 Puntuación de los Grupos A y B

Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman los Grupos A y B se calculará las puntuaciones globales de cada Grupo. Para obtener la puntuación del Grupo A se empleará la Tabla 13, mientras que para la del Grupo B se utilizará la Tabla 14.

Tabla 13. Puntuación del Grupo A.

		Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca	
Brazo	Antebrazo	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabla 14. Puntuación del Grupo B.

		Tronco											
		1		2		3		4		5		6	
		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
Cuello		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1		1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2		2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3		3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4		5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5		7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6		8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

6.2.4 Puntuación final

Las puntuaciones globales de los Grupos A y B consideran la postura del trabajador. A continuación, se valorará el carácter estático o dinámico de la misma y las fuerzas ejercidas durante su adopción.

La puntuación de los Grupos A y B se incrementarán en un punto si la actividad es básicamente estática (la postura se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considerará actividad dinámica y las puntuaciones no se modificarán (Tabla 15).

Tabla 15. Puntuación por tipo de actividad.

Tipo de actividad	Puntuación
Estática (se mantiene más de un minuto seguido)	+1
Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto)	+1
Ocasional, poco frecuente y de corta duración	0

Por otra parte, se incrementarán las puntuaciones anteriores en función de las fuerzas ejercidas. La Tabla 16 muestra el incremento en función de la carga soportada o fuerzas ejercidas.

Tabla 16. Puntuación por carga o fuerzas ejercidas.

Carga o fuerza	Puntuación
Carga menor de 2 Kg. mantenida intermitentemente	0
Carga entre 2 y 10 Kg. mantenida intermitentemente	+1
Carga entre 2 y 10 Kg. estática o repetitiva	+2
Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	+2
Carga superior a 10 Kg estática o repetitiva	+3
Se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas	+3

Las puntuaciones de los Grupos A y B, incrementadas por las puntuaciones correspondientes al tipo de actividad y las cargas o fuerzas ejercidas pasarán a denominarse puntuaciones C y D respectivamente.

Las puntuaciones C y D permiten obtener la puntuación final del método empleando la Tabla 17. Esta puntuación final global para la tarea oscilará entre 1 y 7, siendo mayor cuanto más elevado sea el riesgo.

Tabla 17. Puntuación Final RULA.

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

6.2.5 Nivel de Actuación

Obtenida la puntuación final la Tabla 18 propone diferentes niveles de actuación sobre el puesto. Puntuaciones entre 1 y 2 indican que el riesgo de la tarea resulta aceptable y que no son precisos cambios. Puntuaciones entre 3 y 4 indican que es necesario un estudio en profundidad del puesto porque pueden requerirse cambios. Puntuaciones entre 5 y 6 indican que los cambios son necesarios y 7 indica que los cambios son urgentes. Las puntuaciones de cada miembro y grupo, así como las puntuaciones de fuerza y actividad muscular, indicarán al evaluador los aspectos en los que actuar para mejorar el puesto (Ergonautas, 2018).

Tabla 18. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

Puntuación	Nivel	Actuación
1 o 2	1	Riesgo Aceptable
3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea

6.3 Conceptualización de productividad

La productividad puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo en que se lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Independientemente del tipo de sistema de producción económico o político, la definición de productividad sigue siendo la misma. El concepto básico de

productividad es siempre la relación entre la cantidad y calidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos. (Druker, 2002, p. 75).

De acuerdo con la revista Bit (2001), en su artículo Índice de productividad en la construcción: Mito o Realidad, por productividad debemos entender la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Estos recursos productivos, incluyen el factor trabajo, capital y otros insumos como la tierra, energía, materias primas e incluso, la información.

Por lo tanto, productividad se define como la relación entre producción final y factores productivos (tierra, equipo y trabajo) utilizados en la producción de bienes y servicios. De un modo general, la productividad se refiere a lo que genera el trabajo, la producción por cada trabajador, la producción por cada hora trabajada o cualquier otro tipo de indicador de la producción en función del factor trabajo. Una productividad mayor significa hacer más con la misma cantidad de recursos o hacer lo mismo con menos capital, trabajo y tierra.

Adicionalmente Niebel (2001), escribe que el mejoramiento de la productividad se refiere al incremento de la producción por hora-trabajo o por tiempo gastado- Como base fundamental para el mejoramiento de la productividad se encuentran los recursos humanos, ya que estos son el capital más importante de toda la empresa. “Algunos mencionan el capital como el recurso esencial para el desarrollo industrial y otros mencionan la tecnología como el factor que incrementa la misma. Si bien estos recursos son importantes, el capital puede ser desperdiciado por las personas y la tecnología no sirve de nada sin personas que se comprometan y aprendan a utilizarla bien” (Miyai, centro de productividad de Japón).

6.4 Tiempo estándar

6.4.1 Evaluación tiempos de trabajo

El tiempo estándar es el tiempo que requiere un trabajador para realizar determinada operación a un ritmo determinado.

Para hallar este valor, es fundamental incluir un tiempo base, el cual resulta de multiplicar el tiempo observado transcurrido en la labor, con un factor de conversión, que hace referencia a la velocidad que mantiene el trabajador para realizar la tarea. A este tiempo base se le agregan

porcentajes relacionados a la tolerancia que resulta de retardos inevitables, personales y por fatigas (Niebel, 1990).

$$TS = TB + (TB \times \%Suplementos) + (TB \times \%Contingencias)$$

TS=Tiempo estándar

TB=Tiempo base

$$VP = \frac{\text{Duracion jornada labora}}{TS}$$

VP=Volumen de producción

6.4.2 Valoración

Es la calificación de velocidad que se le da al trabajador de acuerdo con su desempeño, que considera la tasa de trabajo logrado por unidad de tiempo. Para llegar a una valoración definitiva, es necesario comparar el dato obtenido con el concepto de operario normal el cual realiza las mismas actividades, por lo tanto, el resultado final se basa en los siguientes porcentajes.

Tabla 19. Porcentaje valoración.

Calificación	Estado
Mayor a 100%	Rápido
100%	Normal
Menor a 100%	Lento

En el tiempo estándar, esta valoración es necesaria para llegar a obtener el tiempo base y por ende hacer uso de los porcentajes de suplementos y contingencias (Niebel, 2001).

6.4.3 Contingencias

En las contingencias se encuentran las demoras inevitables, catalogadas como suplementos especiales. Generalmente son resultado de irregularidades bien sea de material, máquinas, planeación o personales, donde es común oscilen en un rango de 4% a 15%, teniendo como tolerancia fija 7%. Por lo tanto, mantener más de un plan de contingencia, es la estrategia adecuada, para que este tipo de acontecimientos no afecte negativamente el tiempo estándar y, por ende, se llegue a una disminución en la productividad (Niebel, 2001).

El porcentaje de contingencias variables, se da en relación a la descomposición de las tareas, y son clasificadas según el tipo de elemento: repetitivos son los que reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado; casuales son los que no reaparecen en cada ciclo de trabajo; constantes son aquellos cuyos tiempo básico de ejecución es siempre igual; variables cuyo tiempo básico cambia según características del producto; manuales son los que realiza el trabajador; mecánicos son los realizados automáticamente; dominantes duran más tiempo que cualquiera de los demás; y extraños no son parte necesaria del trabajo (OIT, 2001).

6.4.4 Suplementos

Es claro que ningún ser humano puede mantener un paso promedio en toda su jornada laboral, debido a las interrupciones que pueden ser debido a: actividades personales, sucesos por fatiga y los retrasos inevitables. Estos últimos, se excluyen en un estudio para estar basados en un tiempo nivelado, lo cual se debe compensar, y obtener un estándar fácil de conseguir por el trabajador.

Por lo tanto, todo empleado inicia con 9% de suplemento constantes, que incluyen detención del trabajo para mantener el bienestar del empleado, catalogado como necesidades personales, a lo cual se le asigna 5% del tiempo normal. Adicionalmente, la fatiga básica se considera suplemento constante, el cual toma en cuenta la energía utilizada por el trabajador para realizar la labor y disminuir la monotonía, asignando un 4% del tiempo normal (Niebel, 2001).

Estos suplementos constantes, pueden aumentar agregando suplementos variables, dependiendo la labor. Estos suplementos variables (Tabla 20) están relacionados en su mayoría a las condiciones ergonómicas. Por ejemplo, Suplemento por estar de pie, suplemento por posición anormal, uso de la fuerza o energía muscular, mala iluminación, condiciones atmosféricas, nivel de ruido, monotonía, tedio, y tensión visual, son algunos de los suplementos variables relacionados con las condiciones del puesto de trabajo (Niebel, 2001).

Tabla 20. tabla de suplementos para el cálculo de tiempo estándar.

TABLA DE SUPLEMENTOS PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR		
TIPO	CARACTERÍSTICAS	%
Tolerancias Constantes	Personal	5%
	Básica por fatiga	4%
Tolerancias Variables	Por estar de pie	2%
	Posición ligeramente molesta	0%
	Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
	Posición muy molesta (acostado, extendido)	7%
	Empleo de fuerza o vigor muscular (levantar, tirar, empujar)	
	2,5 Kg	0%
	5 Kg	1%
	7,5 Kg	2%
	10 Kg	3%
	12,5 Kg	4%
	15 Kg	5%
	17,5 Kg	7%
	20 Kg	9%
	22,5 Kg	11%
	25 Kg	13%
	30 Kg	17%
	35 Kg	22%
Alumbrado Deficiente	Alumbrado ligeramente inferior a lo recomendado	0%
	Alumbrado muy inferior a lo recomendado	2%
	Alumbrado sumamente inadecuado	5%
Condiciones Atmosféricas	Calor y humedad variables	0-10
Atención estricta	Trabajo moderado fino	0%
	Trabajo fino o de gran cuidado	2%
	Trabajo muy fino o muy exacto	5%
Nivel de Ruido	Continuo	0%
	Intermitente - fuerte	2%
	Intermitente - muy fuerte	5%
	De alto volumen - fuerte	5%
Esfuerzo Mental	Proceso moderadamente complicado	1%
	Proceso complicado o que requiere amplia atención	4%
	Muy complicado	8%
Monotonía	Escasa	0%
	Moderada	1%
	Excesiva	4%
Tedio	Algo tedioso	0%
	Tedioso	2%
	Muy tedioso	5%

6.5 Calculo de la productividad

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para los resultados específicos deseables. Por tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista: (García, 2005)

$$Productividad = \frac{Utilidad\ generada}{Recursos\ empleados}$$

6.5.1 Contrato de trabajo a destajo

El contrato de trabajo a destajo es aquel contrato en el que la remuneración se pacta con base a la cantidad de unidades, obras o labores que el trabajador realice en una jornada determinada. En el contrato de trabajo por destajo, se pacta pagar un determinado valor por cada unidad producida, lo que se supone, mejora la productividad del trabajador, y a la vez, la empresa racionaliza los gastos laborales, por cuanto sólo paga por lo que el trabajador haga efectivamente.

Esto hace que, en principio, el tiempo que el trabajador invierta en producir una unidad no sea importante, por cuanto no se le pagará en función del tiempo invertido, sino en la cantidad de las unidades elaboradas, y resulta obvio que, si el trabajador en un día no hace nada, pues no ganará nada, y si hace mucho, pues ganará mucho, aliciente suficiente para que mejore su productividad, al menos en teoría. El salario no puede ser inferior al mínimo legal cuando el trabajador labora la jornada máxima legal de ocho (8) horas diarias, cuarenta y ocho semanales (48), para quienes laboran jornadas inferiores a la mencionada puede pagarse en proporción al número de horas trabajadas. (Artículos 145 y 147 del CST).

$$Costo\ hora - hombre = \frac{Salario\ base * \frac{Numero\ salarios\ pagados\ por\ año}{12}}{Numero\ total\ de\ horas\ pagadas\ por\ mes}$$

6.5.2 Materia prima

Son los materiales que serán sometidos a operaciones de transformación o manufactura para su cambio físico y/o químico, antes de que puedan venderse como productos terminados. La principal característica de las materias primas es justamente la falta de tratamiento a la que se han visto sometidas por parte de la actividad humana, es decir, su cercanía al estado natural en el que se encontraban antes de ser explotadas.

6.5.3 Utilidad

Hendriksen (1974, 151) y Uribe Piedrahíta (2006, 87), sustentados en el concepto de Adam Smith, señalan que la utilidad es “la cantidad que puede consumirse sin mermar el capital, incluidos en este tanto el fijo como el circulante... sin que se deteriore la situación económica inicial; la definición puede re-expresarse diciendo que la utilidad es la cantidad de riqueza generada en exceso de la riqueza correspondiente al patrimonio inicial”. Sustentado en Hicks, complementa la definición anterior, agregando que “la renta es la cantidad de riqueza que una persona puede consumir durante un espacio de tiempo y seguir estando en la misma situación económica al final de ese tiempo como al principio”.

$$\textit{Utilidad} = \textit{Ventas comerciales} - \textit{Costos asociados en su produccion}$$

7. Metodología

7.1 Tipo de investigación

El tipo de estudio que se utilizó en este trabajo es de tipo Cuantitativo y Transversal, ya que es un estudio contemplativo en el cual se observaran una serie de factores y comportamientos naturales en base a una población y se realizaron mediciones en una sola ocasión para conocer la situación que prevalece en el momento del estudio para la posterior interpretación de significados. Además, las variables serán manipuladas deliberadamente para definir si existe algún efecto sobre el desempeño laboral, por esta razón la investigación es también de carácter Correlacional.

7.2 Población

Para la realización de este trabajo, la población se conformó por todas aquellas pequeñas y microempresas fabricantes de calzado, registradas en la Cámara de Comercio de Bucaramanga que tengan como actividad económica principal la fabricación de calzado de cuero y piel, con cualquier tipo de suela (CIUU 1521), de las cuales se definió como unidad de observación a las personas que hacen parte de los procesos de troquelado, desbaste, montaje, terminado y empaque representando fuentes indispensables de información para lograr los objetivos de estudios.

7.3 Muestra

Por tratarse de una población pequeña y definida se utilizará el censo poblacional para las empresas y una muestra dirigida para los trabajadores, lo que determina en este caso, la toma de la totalidad de la población como muestra, quedando constituida por 38 empresas, las cuales están registradas y se encuentran activas.

7.4 Variables de decisión

7.4.1 Factores ergonómicos.

Para Werther, JR. Y Keith, D. (2004), los factores ergonómicos son los que inciden en el comportamiento del sistema hombre-maquina-entorno. La ergonomía examina no solo la situación pasiva del ambiente, sino también las ventajas para el operador humano y las aportaciones que pueda hacer si la situación de trabajo este concebida para permitir y fomentar el mejor uso de sus habilidades (p. 83).

7.4.2 Desempeño laboral.

Robbins, Stephen, Coulter (2013), considera que el desempeño laboral es el resultado de trabajos que se relacionan con los propósitos de la organización, tales como la eficiencia, calidad y productividad con que desarrolla las actividades laborales asignadas en un período determinado (p. 372).

7.5 Procedimiento

Para la culminación efectiva de este proyecto, se plantea el desarrollo en dos fases:

7.5.1 Fase I

Inicialmente se procedió a caracterizar las pequeñas y microempresas del sector calzado en Bucaramanga y su área metropolitana. Esto se hizo por medio de una revisión a la información de la base de datos, suministrada por la Cámara de Comercio, también se describió cada empresa a encuestar, teniendo en cuenta la localización, número de empleados, capital social, producción de mercancía, etc.

Se realizó una visita previa a estas empresas para seleccionar tareas que se realicen con un mayor número de posturas de trabajo inadecuadas, con una mayor repetitividad de movimientos de los brazos o manos, y aquellas tareas que requieran la manipulación de cargas con pesos elevados.

Una vez seleccionadas las empresas y las tareas se recolecto información de estas a partir de:

- Lista de comprobación básica del sitio de trabajo.
- Datos del puesto de trabajo, fundamentalmente datos referentes a alturas, alcances y profundidades.
- Información sobre la organización de la actividad: Duración, rotaciones, turnos, etc.
- Cuestionario diseñado por el autor, para identificar y jerarquizar los posibles problemas de salud relacionados con inadecuadas posturas.

Con base a la calificación obtenida de la prueba ergonómica, se buscó proponer cambios y mejoras en los protocolos ergonómicos de las operaciones que lo requieran, buscando el bienestar de los colaboradores.

7.5.2 Fase II

Se procedió a seleccionar una muestra por conveniencia conformada por empresas que presentaron una mayor presencia de riesgos ergonómicos, detectados con el método RULA, con el fin de realizar un rediseño de los puestos de trabajo que presenten dicho riesgo. Adicional a esto se realizó un comparativo entre la productividad actual y la productividad después de modificar el puesto de trabajo, de tal forma que se pueda establecer si existe una relación entre el diseño del puesto de trabajo y el desempeño laboral.

El proceso de tabulación de datos que fueron recolectados mediante la aplicación del instrumento se realizó con la ayuda del programa Excel y SPSS, el cual facilitó la automatización requerida para el eficiente manejo de la información. En cuanto al análisis de datos se aplicó estadística descriptiva, que permita describir el comportamiento que hay entre los datos que se recolecten.

8. Resultados Fase I

A partir del análisis y discusión de los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario sobre factores ergonómicos y desempeño laboral, se presentan en las siguientes tablas y gráficos, donde se observan los resultados de las respuestas obtenidas por los sujetos que conformaron el estudio.

8.1 Información empresas.

Para el proceso de muestreo de las empresas a trabajar se tuvieron en cuenta varios criterios de selección, inicialmente, aquellos relacionados con el título del proyecto, es decir, que las empresas seleccionadas para trabajar debían pertenecer al subsector de producción de calzado en el área metropolitana de Bucaramanga. Con estos criterios definidos, se procedió a contactar directamente a las organizaciones a partir de una base de datos brindada por la Cámara de Comercio de Bucaramanga en la que figuraban las empresas registradas; sin embargo, las empresas contactadas se mostraron reservadas frente a la disposición de participar en el proyecto. Por tanto, se decidió realizar visitas personales a las empresas con las que se trabajaría.

Para la definición de la muestra, se tomó en cuenta la disponibilidad de tiempo por parte de las empresas para participar en este proyecto de investigación, dando como resultado una muestra dirigida que estuviera constituida por aquellas empresas y trabajadores que accedieran a participar en este proyecto, en la Tabla 21, se presenta el nombre de la empresa y la cantidad de personas participantes de cada una, dando como resultado una muestra de 225 trabajadores, lo cual es una muestra representativa para este proyecto.

Tabla 21. Participación empresas.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	ARGUELLO MUÑOZ LUZ JEANETH	2	,9	,9	,9
	BROMX S.A.S.	12	5,3	5,3	6,2
	CALZADO D'MANTILLA S.A.S	9	4,0	4,0	10,2
	CALZADO GREEN DAY KIDS S.A.S	7	3,1	3,1	13,3
	CALZADO KLASSE LTDA	9	4,0	4,0	17,3
	CALZADO SHEBAT S.A.S.	1	,4	,4	17,8
	CASTRO CONTRERAS ALFONSO	7	3,1	3,1	20,9
	CONTRERAS LEON CRUZ EVELIA	2	,9	,9	21,8
	CORREA BERMUDEZ ROSO	9	4,0	4,0	25,8
	CURTIORIENTE S.A.S.	8	3,6	3,6	29,3
	ESTRATO SIETE S.A.S.	8	3,6	3,6	32,9
	EXPORT ALLIANCE LTDA.	3	1,3	1,3	34,2
	GOMEZ ROMAN LUZ YOLANDA	7	3,1	3,1	37,3
	GRUPO MODA CLASS S.A.S.	12	5,3	5,3	42,7
	HERRERA CELIS DORIS	6	2,7	2,7	45,3
	INDUSTRIAS GALLEG0 S.A.S	9	4,0	4,0	49,3
	INVERSIONES DELGADO CARRILLO S.A.	7	3,1	3,1	52,4
	INVERSIONES RHEGUTI SAS	6	2,7	2,7	55,1
	LACHE DIAZ WILLIAM	9	4,0	4,0	59,1
	LOPEZ RODRIGUEZ CECILIA	3	1,3	1,3	60,4
	LOPEZ RODRIGUEZ LUZ MYRIAM	1	,4	,4	60,9

MALDONADO GALVIS LUIS EDGAR	2	,9	,9	61,8
MALDONADO PORRAS LUIS EDWIN	4	1,8	1,8	63,6
MOJICA HERRERA ANA DIOCELINA	1	,4	,4	64,0
MONTOYA CORREA GUILLERMO	6	2,7	2,7	66,7
OCHOA VILLAMIL JAIME ENRIQUE	10	4,4	4,4	71,1
ORTEGA CAMACHO GRISelda	6	2,7	2,7	73,8
ORTEGA CAMACHO ROMAN	5	2,2	2,2	76,0
PORRAS ORTEGA OMAIRA	5	2,2	2,2	78,2
ROMERO SANCHEZ ANA BENILDA	6	2,7	2,7	80,9
ROMERO SANCHEZ ANANIAS	1	,4	,4	81,3
ROMERO SANCHEZ YAQUELINE	3	1,3	1,3	82,7
SALAZAR DE VARGAS ANA BEATRIZ	9	4,0	4,0	86,7
SALAZAR ROMAN DIANA	6	2,7	2,7	89,3
SERRANO MENESES CAROLINA	3	1,3	1,3	90,7
SUEÑOS MODA Y ESTILO S.A.S	10	4,4	4,4	95,1
ZAGGO SHOES S.A.S	11	4,9	4,9	100,0
Total	225	100,0	100,0	

Los puestos de trabajo o secciones de trabajo, elegidos como característica de homogeneidad entre las empresas y que fueron fuente de información para este proyecto son troquelado, desbaste, montaje, terminado y empaque, y otro. En función de las respuestas emitidas por los participantes, se puede apreciar que se obtuvo información proporcional acerca de cada una de las secciones pertenecientes al proceso de fabricación de calzado de cuero, cabe resaltar que la sección

denominada como otro, hace referencia principalmente a aquellas personas que realizan actividades de apoyo en cada una de las otras diferentes secciones, en la Tabla 22 se presenta lo anteriormente mencionado.

Tabla 22. Sección trabajador.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Desbaste	41	18,2	18,2	18,2
	Montaje	61	27,1	27,1	45,3
	Otro	32	14,2	14,2	59,6
	Terminado y empaque	45	20,0	20,0	79,6
	Troquelado	46	20,4	20,4	100,0
	Total	225	100,0	100,0	

En cuanto a la distribución de las ocupaciones del calzado por género, se evidencio una igualdad de género; del total encuestado, el 46,2% son mujeres y el 53,8% hombres (Tabla 23), donde la mayor participación se da en los rangos de edad que comprenden los 26 y 56 años (Tabla 24), donde la población masculina se representa en mayor medida entre los 30 a 36 años, y la población femenina en los 40 a 48 años.

Tabla 23. Sexo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	F	104	46,2	46,2	46,2
	M	121	53,8	53,8	100,0
	Total	225	100,0	100,0	

Tabla 24. Edad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	26	8	3,6	3,6	3,6
	27	6	2,7	2,7	6,2
	28	9	4,0	4,0	10,2
	29	7	3,1	3,1	13,3
	30	8	3,6	3,6	16,9
	31	9	4,0	4,0	20,9
	32	10	4,4	4,4	25,3
	33	10	4,4	4,4	29,8
	34	5	2,2	2,2	32,0
	35	10	4,4	4,4	36,4
	36	4	1,8	1,8	38,2
	37	4	1,8	1,8	40,0
	38	6	2,7	2,7	42,7
	39	8	3,6	3,6	46,2
	40	9	4,0	4,0	50,2
	41	6	2,7	2,7	52,9
	42	7	3,1	3,1	56,0
	43	5	2,2	2,2	58,2
	44	5	2,2	2,2	60,4
	45	8	3,6	3,6	64,0
	46	5	2,2	2,2	66,2
	47	9	4,0	4,0	70,2
	48	9	4,0	4,0	74,2
	49	6	2,7	2,7	76,9
	50	7	3,1	3,1	80,0
	51	11	4,9	4,9	84,9
	52	11	4,9	4,9	89,8
	53	3	1,3	1,3	91,1
	54	5	2,2	2,2	93,3
	55	6	2,7	2,7	96,0
	56	9	4,0	4,0	100,0
	Total	225	100,0	100,0	

Dentro de las 38 empresa encuestadas se evidencio que las jornadas de trabajo varían entre 6 a 9 horas, prevaleciendo con un 31% las empresas que laboran 7 horas al día, adicional a esto se aprecia una similitud de horario entre las empresas que trabajan 6 y 9 horas respectivamente, y solo un 20% de la población labora un horario de 8 horas el cual es establecido por la ley.

De acuerdo con los trabajadores, el 45% de ellos permanecen en el mismo puesto de trabajo y por ende en una posición igual o similar durante 6 horas diarias, la cual representa el 25% de un día, por otro lado, el 5% de los trabajadores laboran alrededor de 9 horas diarias, estos son principalmente aquellos trabajadores que ejercen su labor por tarea (cantidad definida de unidades).

Tabla 25. Duración jornada vs Tiempo en el puesto

		Tiempo que ocupa en el puesto (horas)				Total
		6	7	8	9	
Duración de la jornada (horas)	6	56	0	0	0	56
	7	14	55	0	0	69
	8	16	7	21	0	44
	9	16	13	15	12	56
Total		102	75	36	12	225

8.2 Información puestos de trabajo.

A continuación, se plantea una descripción de los aspectos generales encontrados en los puestos de trabajo de todas las empresas pertenecientes a este estudio.

8.2.1 Troquelado

Debido a que las empresas pertenecientes al estudio son pequeñas y microempresas, en general cuentan con entre 1 a 3 troqueladoras manuales, para realizar esta operación, para empezar el troquelado recibe las órdenes de producción donde se especifica la referencia, la cantidad de pares, la numeración, el tipo de material a utilizar y el nombre del cliente; el operario suma la cantidad de pares de varias órdenes de producción y procede a alistar el material, enciende la máquina troqueladora, escoge y acomoda los troqueles y por último acciona la máquina y troquela el material. Para finalizar marca los componentes, los acomoda en paquetes de acuerdo con la orden de producción.

Dichos puestos de trabajo no cuentan con suficiente iluminación natural, por lo cual requieren implementar iluminación artificial, esto lo realizan por medio de luces fluorescentes ubicadas en techados y paredes de la empresa, es decir que están implementando iluminación general no focalizada en este puesto de trabajo.



Figura 1. Sección de troquelado

8.2.2 Desbaste

Este puesto de trabajo consiste en mejorar la presencia de las piezas cortadas anteriormente, dicho puesto principalmente se realiza en una posición en la cual el operario permanece sentado, en las empresas visitadas se observó que las sillas dispuestas para esta labor son sillas plásticas o de madera, algunas cuentan con cojines acondicionados por los operarios para mejorar su comodidad.

Al igual que en proceso anterior, no cuentan con la suficiente iluminación natural para realizar esta actividad, sin embargo, la mayoría de las empresas utiliza una lampara superior, que permite una iluminación artificial focalizada.



Figura 2. Sección de desbaste

8.2.3 Montaje

Al igual que el puesto de desbaste, este puesto también está diseñado para trabajar en una posición sentada, una vez el operario recibe todos los elementos necesarios para desarrollar su labor, procede a acomodar el material sobre la repisa para luego procesarlos. La finalidad de este puesto de trabajo es montar los cortes sobre la horma, de manera que se le dé la forma requerida al zapato. Las actividades que realiza el operario desde que inicia hasta que termina su labor son: unir plantilla con produeva (fomi), pulir las plantillas, pegar puntera y tiras sobre la plantilla, situar plantilla sobre la horma, pegar puntera y contrafuerte a los cortes, montar cortes sobre la horma, retirar tachuelas y sobrantes. La iluminación de dicho puesto es artificial generalizada en la mayoría de las empresas.



Figura 3. Sección de montaje

8.2.4 Terminado y empaque

Este puesto de trabajo presenta una proporción similar en cuanto a posición empleada de pie y sentado, debido a que dicha labor requiere un nivel de concentración alto, el operario encargado recoge la tarea del puesto de trabajo de montaje y procede a situar la suela, la plataforma y el tacón; para llevar a cabo dichas actividades cumple con varios requisitos como: pulir y pintar la suela, aplicar pegante a cada uno de los componentes y por último posicionar cada componente con el propósito de obtener un zapato listo para comercializar. Dicho puesto cuenta con una mesa en la cual se ubican las herramientas necesarias para desempeñar dicha tarea.



Figura 4. sección de terminado

8.2.5 Otro

Como fue mencionado anteriormente, la labor otro es principal de los trabajadores de apoyo o auxiliares, dichos trabajadores igualmente son los encargados de transportar los materiales entre puestos de trabajo, por ello su posición corporal varía dependiendo de la labor que está efectuando, se pue concluir que las condiciones de iluminación para esta labor, es artificial general.



Figura 5. Operarios auxiliares

8.3 Análisis RULA aplicado.

8.3.1 Evaluación del brazo

Teniendo en cuenta la información recabada por medio de la lista de comprobación ergonómica y la realización del método RULA, aplicado a los distintos trabajadores, se obtuvo información de la posición que deben utilizar los trabajadores respecto del brazo.

Tabla 26. Resumen puntuación brazo.

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión. * Puesto de trabajo	107	47,6%	118	52,4%	225	100,0%
El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión. * Puesto de trabajo	61	27,1%	164	72,9%	225	100,0%
El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión. * Puesto de trabajo	31	13,8%	194	86,2%	225	100,0%
El brazo está a más de 90 grados de flexión. * Puesto de trabajo	26	11,6%	199	88,4%	225	100,0%
El brazo está abducido. * Puesto de trabajo	97	43,1%	128	56,9%	225	100,0%
El brazo está rotado o el hombro elevado. * Puesto de trabajo	69	30,7%	156	69,3%	225	100,0%
La carga no está soportada sólo por el brazo, sino que existe un punto de apoyo. * Puesto de trabajo	101	44,9%	124	55,1%	225	100,0%

En la Tabla 26 se muestra las diferentes preguntas propuestas por el método RULA, (Ergonautas, 2018), y las diferentes respuestas obtenidas, cabe aclarar que las cuatro primeras preguntas hacen referencia a la extensión y flexión del brazo que el operario efectúa en la ejecución de la labor; las dos siguientes preguntas se relacionan con aumento en el nivel de exigencia de la postura a emplear, y la última pregunta evalúa si existe la presencia de algún punto de apoyo para el brazo, la cual tiene un efecto de reducción en el nivel de exigencia postural.

Tabla 27. Tabla cruzada grados de flexión y grados de extensión brazo*Puesto de trabajo.

	Puesto de trabajo					Total
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.	23	25	18	22	19	107
El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.	10	11	6	17	17	61
El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.	6	12	5	3	5	31
El brazo está a más de 90 grados de flexión.	2	13	3	3	5	26

En la Tabla anterior se presenta de forma más específica de los trabajadores que incurren en 20 grados de flexión y 20 grados de extensión del brazo, los cuales representan el 47,56% de toda la población, manejando una proporción cercana en cada uno de los puestos de trabajo, siendo más representativas en las operaciones de desbaste, montaje y terminado, esto es debido a que junto al lugar de trabajo, alguno cuentan con mesas o estanterías las cuales poseen una altura entre 40 a 50 cm de altura donde ubican herramientas como pinzas, martillos, cuchillos, destornilladores entre otras, los cuales están ubicados de esta forma para facilitar su intercambio durante la ejecución de la tarea. Esto puede llegar a convertirse en un factor de riesgo debido a que la altura a la cual está ubicada las herramientas esta fuera de su campo de visión, por ende, condiciona al operario a realizar diferentes movimientos de cabeza y ojos.

Revisando la información presentada, nos muestra la cantidad de operarios que deben incurrir en una flexión del brazo mayor a 21 grados y menor a 40 grados, dando como resultado que el 27,11% de la población encuestada, deben adoptar dicha postura, presentando mayor incidencia en los puestos de troquelado y terminado, quienes realizan actividades de recolección de materiales y alistamiento de productos, además la altura a la que está ubicada la troqueladora condiciona al operario a extender el brazo cerca de los 20 grados. Teniendo en cuenta que la población coincidió en mayoría que dicha posición no les generaba ninguna molestia durante la jornada laboral, no se considera un factor de riesgo en este momento, sin embargo, esta posición genera fatiga muscular a largo plazo.

La rigidez para mantener el brazo mayor a 46 grados de flexión conlleva un aumento en la fatiga de los músculos cuando este no cuenta con un punto de apoyo para descanso, en la población encuestada se observó que el 13,78% de los trabajadores deben adoptar esta posición debido a la área que realiza, en algunos casos cuentan con puntos de apoyo que permiten el descanso y recuperación del brazo, dicha flexión se presenta con mayor frecuencia en los puestos de montaje, ya que las piezas cortadas y listas para ensamble, son ubicadas en una mesa frente al trabajador, representando un riesgo de fatiga muscular a largo plazo.

Revisando la Tabla 27 se evidencio que el 11,56% de la población están presentando una posición del brazo con un nivel elevado de riesgo, siendo evidente que permanecer durante largos periodo de tiempo con el brazo en un ángulo de flexión mayor a 90 grados, requiere un nivel de esfuerzo mayor en los músculos del brazo, dicho caso fue evidente en la sección de montaje, donde algunas empresas utilizan asientos con baja altura, obligando al personal a optar por esta posición para alcanzar las partes de ensamble ubicadas a una altura superior a la del cuello del trabajador.

Con la Tabla mencionada anteriormente se puntuaron a los trabajadores con calificaciones de uno a cuatro, dependiendo del nivel de esfuerzo en el que deben incurrir los trabajadores. A continuación, se presenta tres tablas, las cuales aumentan (Tabla 28 y 29) o disminuyen (Tabla 30) el nivel de esfuerzo adquirido por el brazo.

*Tabla 28. Tabla cruzada El brazo está abducido*Puesto de trabajo*

	Puesto de trabajo					Total
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
El brazo está abducido.	19	29	10	23	16	97
Total	19	29	10	23	16	97

Desde el punto de vista de las puntuaciones obtenidas por las anteriores Tablas, se observa en la Tabla 28 un sobreesfuerzo, en el incurren el 43,11% de la población de estudio, dichos trabajadores al tener que manipular piezas de trabajo y herramientas simultáneamente, se ven en la necesidad de alejar el miembro superior de la línea media del cuerpo, este presenta mayor efecto en la sección de montaje, debido a los multiplex movimientos que deben realizar para alcanzar partes y herramientas necesarias para su labor.

Tabla 29. Tabla cruzada El brazo está rotado o el hombro elevado*Puesto de trabajo

	Puesto de trabajo					Total
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
El brazo está rotado o el hombro elevado.	13	14	13	14	15	69
Total	13	14	13	14	15	69

En cuanto a las operaciones que presentaron brazo rotado o hombro elevado, se encontró que el 30,67% de la población estudiada en repetidas ocasiones incurren en rotación de brazos, durante la ejecución de su labor, adicional a esto en la Tabla 29 se aprecia que todos los cargos presentan una proporción similar en cuanto a este ítem, cabe recalcar que algunos trabajadores presentaron elevación de hombros, sin embargo esta fue en periodos cortos y con índice de repetición muy bajo, en comparación con el índice de rotación del brazo, esto se da principalmente porque el trabajador mantiene en una posición estática el tronco a la hora de tomar cualquier herramienta o material. Se considero un riesgo latente a largo plazo, especialmente en la actividad de troquelado y desbaste, donde manipulan maquinaria eléctrica, la cual requiere sumo cuidado por parte de los operarios.

Tabla 30. Tabla cruzada La carga no está soportada sólo por el brazo, sino que existe un punto de apoyo*Puesto de trabajo

	Puesto de trabajo					Total
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
La carga no está soportada sólo por el brazo, sino que existe un punto de apoyo.	14	28	15	21	23	101
Total	14	28	15	21	23	101

Es importante destacar que el 44,89% de la población estudiada emplean asientos con soporte de brazo, que permite la recuperación muscular, lo cual tiene un efecto de disminución en el esfuerzo empleado por el brazo durante la ejecución de las tareas, cabe resaltar que las secciones de montaje y terminado en la mayoría de las veces se realizan en posición sedente, ya que ayuda a reducir la fatiga corporal, disminuye el gasto de energía e incrementa la estabilidad y precisión en las acciones desarrolladas.

De los 46 trabajadores pertenecientes a la sección de troquelado, el 50% de estos realizan la actividad en posición bípeda debido a la altura a la cual está ubicada la troqueladora, y por qué en esta posición se facilita el manejo de esta, sin embargo, el otro 50% cuenta con la posibilidad de realizar esta labor en posición sedente, la cual es considerada poco recomendable por la complejidad de la labor, y por la necesidad de desplazamiento.

Tabla 31. Tabla cruzada Puntuación del brazo*Puesto de trabajo

		Puesto de trabajo					Total
		Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
Puntuación del brazo	0,00	0	0	1	0	0	1
	1,00	15	19	10	13	19	76
	2,00	14	17	13	21	11	76
	3,00	6	10	3	7	11	37
	4,00	4	8	5	3	3	23
	5,00	2	7	0	1	2	12
Total		41	61	32	45	46	225

En conclusión, las puntuaciones obtenidas en cuanto a la posición del brazo, obtenemos que solo el 0,44% de la población estudiada presenta un esfuerzo casi nulo, esto se dio debido a que la persona mantiene su brazo en menos de 20 grados de flexión y además cuenta con un soporte, el cual disminuye su nivel de esfuerzo, por otro lado, encontramos que el 67,56% se encuentran en niveles de esfuerzo uno y dos, los cuales presentan una proporción similar de frecuencia en los diferentes puestos de trabajo, adicional a esto se encontró que 45 trabajadores están expuestos a un riesgo ergonómico latente, en base al uso excesivo de esfuerzo impuesto en el brazo para permanecer a más de 90 grados de flexión durante largos periodos de tiempo, por último se resalta que la sección de montaje es en la que presenta mayor número de casos en todos los niveles de esfuerzo del brazo, esta diferencia se debe a la altura a la cual esta ubicadas los bancos o mesas de trabajo, asimismo la altura del trabajador afecta directamente el grado de extensión que debe usar el trabajador para alcanzar los diferentes objetos y materiales.

8.3.2 Evaluación del antebrazo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del método RULA, respecto a la posición en la que incurren los trabajadores participantes del estudio respecto al antebrazo.

En la Tabla 32 se observa que el 48% de la población incurren en más de 100 grados de flexión del antebrazo durante su jornada laboral, dicha postura presentó mayor frecuencia en la labor de montaje, indicando que existe un nivel de incomodidad alto en dicha sección, así mismo se presentan 23 casos que incurren en dicha posición en el área de terminado y empaque; esto se debe a que en dichas secciones se deben realizar movimientos de recolección de materiales, además de que dicho grado de flexión es requerido para el correcto desarrollo de dichas secciones. En cuanto a las secciones de desbaste y otro, su índice de incidencia fue menor en comparación al resto, sin embargo, esta posición se puede presentar en periodos cortos de tiempo, significando un riesgo menor a corto plazo.

El 26,7% de los trabajadores participantes, por el tipo de actividad que realizan durante su jornada laboral se ven obligados a optar por una flexión del antebrazo entre 60 y 100 grados, la cual implica que el trabajador debe ejercer mayor esfuerzo en su músculo braquiorradial, para mantener dicha posición, esto puede ocasionar un leve dolor en el codo, que puede ir aumentando hasta ocasionar inflamaciones o lesiones en los tendones, causando una disminución en el grado de movilidad y capacidad de fuerza, por esto es considerado un riesgo latente en las secciones de desbaste y montaje, debido principalmente a la naturaleza de la labor.

Tabla 32. Tabla cruzada grados de flexión y grados de extensión antebrazo*Puesto de trabajo

	Puesto de trabajo					Total	Porcentaje
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado		
El antebrazo está por encima de 100 grados.	11	34	18	23	22	108	48,0%
El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.	17	14	8	11	10	60	26,7%
El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados.	13	13	6	11	14	57	25,3%

Por último, en la Tabla 32, se muestra que un 25,3% de la población estudiada mantiene flexionado el antebrazo por debajo de los 60 grados, esta posición guarda una proporción similar en gran parte de las empresas encuestadas. Destacando las secciones de desbaste y troquelado en las que existe manipulación de equipo mecánico, se observó que esta posición es tomada en diferentes momentos por el miembro superior derecho y superior izquierdo, esto se debe a que un miembro controla el manejo de la máquina y el otro hace la labor de sujeción y manipulación de los materiales, por consiguiente, se presentó una reducción en el nivel de riesgo expuesto, de estos trabajadores.

La anterior Tabla nos permitió obtener una puntuación parcial del nivel de esfuerzo y riesgo que incurre el antebrazo del trabajador, a continuación, se presenta la Tabla 33 la cual modifico la puntuación obtenida anteriormente.

*Tabla 33. Tabla cruzada modificación puntuación del antebrazo*Puesto de trabajo*

	Puesto de trabajo					Total
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
Si la proyección vertical del antebrazo se encuentra más allá de la proyección vertical del codo.	19	30	21	24	23	117
El antebrazo cruza la línea media del cuerpo.	13	19	5	12	16	65

La anterior Tabla evidencio que 117 trabajadores durante la ejecución de su labor deciden mover el antebrazo a un lado del cuerpo, ya sea para alcanzar materiales sin tener que desplazar el cuerpo completo, o por cualquier otro motivo que se presenta esporádicamente, adicional a esto se presentaron 65 casos en los que el antebrazo cruzaba la línea media del cuerpo, sin embargo este cruce se presentan por periodos cortos de tiempo, por proporciones similares en todas las secciones, dicho cruce se realiza cuando el operario debe manipular materiales cerca de su cuerpo, lo cual garantiza mayor facilidad de manipulación y grado de control.

Tabla 34. Tabla cruzada Puntuación del antebrazo*Puesto de trabajo

		Puesto de trabajo					Total
		Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
Puntuación del antebrazo	1,00	19	18	6	13	16	72
	2,00	14	16	14	16	13	73
	3,00	8	27	12	16	17	80
Total		41	61	32	45	46	225

Para terminar esta sección del antebrazo, en la anterior Tabla se muestran las puntuaciones finales obtenidas por dicho miembro, respecto a la sección en la cual se emplean, dando como resultado que el 35,5% se encuentran con un puntaje de tres en cuanto a antebrazo, siendo más representativo en la sección de montaje, y manteniendo frecuencias similares en las secciones de terminado y empaque, troquelado y otro, significando la presencia de molestias y fatigas musculares. Asimismo, el 32,4% de la población se encuentra en un puntaje de dos, significando que, para mismas labores, algunas empresas están implementando técnicas que permiten la aplicación de una postura medianamente leve, que permite el descanso muscular. El 32% restante se ubica en una puntuación de uno, significando un nivel de esfuerzo leve para mantener esta posición, sin embargo, no se descarta la posibilidad de generar una molestia muscular a largo plazo.

8.3.3 Evaluación de la muñeca

Esta sección estuvo destinada a la evaluación de la posición de la muñeca, en base al método RULA, con el fin de determinar la puntuación correspondiente, a continuación, se presenta lo ya mencionado.

En la tabla 35 se aprecia que cerca del 50% de la población encuestada, mantiene su muñeca en una posición neutral, la cual no representa un factor de riesgo en este estudio, sin embargo, el 28,9% utilizan la muñeca con un grado de flexión mayor a 15 grados puede ocasionar dolor, entumecimiento y hormigueo, en casos extremos en los que se repite los mismos movimientos durante periodos prolongados de tiempo puede inflamar los tendones y ocasionar el síndrome del túnel carpiano.

Un 22,2% mantiene la posición de la muñeca entre 0 y 15 grados de flexión durante la ejecución de sus tareas, esta posición genera hormigueos y ardor en el pulgar y los dedos índices, ocasionando sensaciones de descarga eléctrica que conlleva por último a debilidad en la mano con dificultad para realizar movimientos de gran precisión y sujeción de objetos.

*Tabla 35. Tabla cruzada posición de la muñeca*Puesto de trabajo*

	Puesto de trabajo					Total	Porcentaje
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado		
La muñeca está en posición neutral.	18	30	17	23	22	110	48,9%
La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.	12	12	7	10	9	50	22,2%
La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.	11	19	8	12	15	65	28,9%

La anterior tabla nos permitió obtener una puntuación parcial de la posición de la muñeca que utilizan habitualmente los trabajadores durante su jornada, a continuación, en la Tabla 36 se muestran los casos en los que el puntaje aumento.

*Tabla 36. Tabla cruzada La muñeca está en desviación radial o cubital*Puesto de trabajo*

	Puesto de trabajo					Total
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
La muñeca está en desviación radial o cubital.	21	22	15	22	22	102

De la anterior tabla, el 45,3% presento una desviación radial o cubital de la muñeca en la ejecución de su actividades, esta situación se presentó en similar número de veces en las secciones de montaje, troquelado, terminado y empaque, esto se debe a la forma en la que debe ser manipulada los materiales, dicha posición puede significar a largo plazo la generación de enfermedades como tendinitis, que se origina por sobrecarga en el uso de la articulación al momento de girar la muñeca para realizar alguna tarea específica, además puede ocasionar a corto tiempo inflamación y entumecimiento de la mano, generando dificultad para sostener objetos.

Tabla 37. Tabla cruzada Puntuación de la muñeca*Puesto de trabajo

		Puesto de trabajo					Total
		Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
Puntuación de la muñeca	1,00	7	19	10	8	10	54
	2,00	21	20	10	20	18	89
	3,00	5	14	8	15	11	53
	4,00	8	8	4	2	7	29
Total		41	61	32	45	46	225

Obteniendo el puntaje final de la posición de la muñeca (Tabla 37), se obtuvo que el 39,5% de la población se encuentra en una puntuación de dos, significando que están empleando en un grado medio de esfuerzo la muñeca, permitiendo a la misma reponerse. Por otro lado, un 23,5% presentaron un puntaje de tres, siendo los más próximos a generar una enfermedad de tipo muscular en la muñeca. Por último, un 12,8% se encuentran con un puntaje de cuatro siendo así los más expuestos a padecer enfermedades de este tipo, sin embargo, cabe recalcar que dichas empresas están realizando esfuerzos para mejorar las condiciones y métodos de trabajo para disminuir dicho riesgo.

La sección de montaje es la que mostro los picos más altos de incidencia en cada uno de los posibles puntajes que se pueden obtener, esto demuestra que dicha labor al ser de precisión obliga a los trabajadores a posicionar la muñeca en dichos ángulos, los cuales deben cambiar de acuerdo con la referencia del producto en la que estén trabajando.

8.3.4 Evaluación giro de la muñeca

A continuación, se presenta la última sección de evaluación de los miembros superiores en base al método RULA.

En la Tabla 38 se presentan los resultados de los diferentes giros de la muñeca en los que deben incurrir el trabajador, dando como resultado que el 45,5% mantiene una pronación o supinación de rango medio, la cual no representa un nivel de riesgo, ni generación de dolor durante y después de la jornada laboral, sin embargo un 54,2% se ven en la necesidad de emplear una pronación o supinación de rango extremo, la cual puede generar fatiga de la muñeca, causando debilitación en el agarre de la mano.

Tabla 38. Tabla cruzada giro de la muñeca*Puesto de trabajo

	Puesto de trabajo					Total	Porcentaje
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado		
La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango medio.	22	27	14	19	21	103	45,8%
La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.	19	34	18	26	25	122	54,2%

La siguiente Tabla nos muestra el giro de la muñeca en las diferentes secciones de trabajo, observando que los puestos que requieren supinación extrema son de montaje, terminado y troquelado, ya que en dichas labores deben recoger y levantar objetos, haciendo que esta sea la posición más recomendada, además en desbaste durante el manejo de la maquinaria deben optar por dicha posición, siendo que esta facilita el manejo y control de materiales.

Tabla 39. Tabla cruzada Puntuación giro de la muñeca*Puesto de trabajo

		Puesto de trabajo					Total
		Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
Puntuación giro de la muñeca	1,00	22	27	14	19	21	103
	2,00	19	34	18	26	25	122
Total		41	61	32	45	46	225

8.3.5 Evaluación del cuello

En la siguiente sección se presentan los resultados obtenidos por el método RULA con respecto de la posición del cuello, la cual mantiene los trabajadores durante la realización de su trabajo.

Se puede apreciar en la Tabla 40, que el 56% de la población estudiada, mantiene el cuello en una posición entre 0 y 10 grados de flexión, siendo la que presenta menor grado de efectos adversos para los músculos del cuello, haciendo que el trabajador no presente inconvenientes para desarrollar correctamente su operación. Un 19,6% presento una posición del cuello entre 11 y 20 grados de flexión, este tipo de flexión es usado por trabajadores que realizan actividades de precisión, quienes acercan su cabeza para ver más detalladamente el material.

En cuanto a los trabajadores que incurren en un flexión del cuello mayor a 20 grados, encontramos que el 14,2% la aplica, principalmente en la sección de montaje; igualmente la sección de desbaste y troquelado mantiene esta posición, la principal causa es debido a la altura a la cual esta ubicadas las maquinas, por ultimo un 10,2% presentaron extensión del cuello en diferentes grados, sin embargo no lo mantienen durante periodos cortos de tiempo, y en algunos casos es utilizado como medida de descanso y relajación de los músculos del cuello.

*Tabla 40. Tabla cruzada flexión del cuello*Puesto de trabajo*

	Puesto de trabajo					Total	Porcentaje
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado		
El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión.	26	31	21	26	22	126	56,0%
El cuello está entre 11 y 20 grados de flexión.	6	15	5	5	13	44	19,6%
El cuello está flexionado por encima de 20 grados.	7	10	2	6	7	32	14,2%
El cuello está en extensión.	2	5	4	8	4	23	10,2%

A continuación, se presentan los casos en los que se modificó la puntuación parcial del cuello obtenida de la tabla anterior.

*Tabla 41. Tabla cruzada modificación puntuación del cuello*Puesto de trabajo*

	Puesto de trabajo					Total
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
El cuello está rotado.	22	25	19	22	21	109
El cuello está lateralizado.	5	22	8	10	13	58

De los 225 casos posibles, 167 trabajadores presentaron un aumento en el puntaje, el 65,2% se debe a la rotación del cuello durante la jornada, esta rotación se presenta en proporciones similares e todas las secciones, presentando menor índice en los auxiliares, esto es debido a que la exigencia de los mismos es menor respecto a los de las otras áreas de trabajo, asimismo un 34,8% lateralizan su cuello en el transcurso de su labor, siendo más evidente en el área de montaje, en la cual los trabajadores están en posición sedente, cabe mencionar que dichas posiciones originan rigidez en la zona, que dificulta el giro de la cabeza.

En la Tabla 42, se presentan los puntajes finales obtenidos en cuanto a la posición del cuello en la cual laboran los trabajadores, presentando que un 62,6% obtuvieron una puntuación entre uno y dos, haciendo referencia a los trabajadores que realizan su labor presentando bajo nivel de riesgo, sin embargo el 19,5% están ubicados en niveles altos de riesgo, siendo estos los trabajadores que incurrn en flexión del cuello mayor a 20 grados y que además deben rotar su cuello, estos trabajadores son los que a menudo presentan molestias y dolor al momento de girar su cabeza.

*Tabla 42. Tabla cruzada Puntuación del cuello*Puesto de trabajo*

		Puesto de trabajo					Total
		Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
Puntuación del cuello	1,00	8	6	3	6	5	28
	2,00	20	32	20	22	19	113
	3,00	7	8	3	7	15	40
	4,00	5	11	2	3	4	25
	5,00	1	4	4	7	3	19
Total		41	61	32	45	46	225

8.3.6 Evaluación del tronco

En este apartado se evaluó la posición del tronco que deben emplear los trabajadores para ejecutar su actividad. En la Tabla 43 se observa que un 52,4% mantienen una posición optima, teniendo en cuenta que la mayor parte de las operaciones de calzado se realiza en posición sedente, siendo valores similares en todas las secciones, sin embargo un 24% utilizan posiciones del tronco, con grados de flexión entre 21 y 60 grados, esto se debe principalmente a lo mencionado en secciones anteriores, en las cuales se acercan con su cabeza al material para permitirles tener mayor control en los detalles, por último se apreció que un 8,9% mantienen el tronco flexionado más de 60 grados, siendo más evidente en horas de la tarde o horas finales de su jornada laboral, igualmente en el área de manipulación de maquinaria, debido a que la altura del trabajador es mucho mayor a la de la altura a la cual está ubicada la máquina, obliga el trabajador a flexionar en dicho ángulo.

Tabla 43. Tabla cruzada posición del tronco*Puesto de trabajo

	Puesto de trabajo					Total	Porcentaje
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado		
Postura sentada, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°.	23	30	18	44	3	118	52,4%
Tronco flexionado entre 0 y 20 grados.	10	21	4	12	7	54	14,7%
Tronco flexionado entre 21 y 60 grados.	5	9	5	7	7	33	24,0%
Tronco flexionado más de 60 grados.	3	5	5	2	5	20	8,9%

De la tabla anterior se obtuvieron la puntuación parcial de la posición del tronco, sin embargo, dicho puntaje aumento, si cumple alguna de las siguientes condiciones.

Tabla 44. Tabla modificación puntuación del tronco*Puesto de trabajo

	Puesto de trabajo					Total
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
Tronco rotado.	20	32	22	27	17	118
Tronco lateralizado.	10	14	4	9	15	52

Basados en la Tabla 44, se observó que 170 personas presentaron casos en los cuales rotan o laterizan su tronco, sin embargo, esta posición no la realizan durante toda su jornada laboral, sino que incurren en ella en repetidas ocasiones como acto de descanso muscular, esto es debido a la incomodidad de los asientos en los que operan, además de que permanecer en una posición bípeda rígida, durante largo tiempo, ocasiona fatiga en la parte inferior del cuerpo. Con esta aclaración se decidió tomar los casos en los que se presentó esto, ya que a largo plazo representan un factor de riesgo.

Para terminar la sección, se presentan a continuación los puntajes finales obtenidos, haciendo evidente que el 80,8% de la población se encuentran con un nivel de esfuerzo en la parte del tronco de medio-bajo, sin embargo, el porcentaje restante hace referencia a trabajadores que fácilmente pueden adquirir traumas de columna, generado por mantener posturas forzadas o repetitivas.

Tabla 45. Tabla cruzada Puntuación del tronco*Puesto de trabajo

		Puesto de trabajo					Total
		Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
Puntuación del tronco	1,00	6	4	2	7	9	28
	2,00	19	30	16	17	20	102
	3,00	11	14	7	14	6	52
	4,00	2	10	3	5	8	28
	5,00	3	3	4	2	3	15
Total		41	61	32	45	46	225

8.3.7 Evaluación de las piernas

La puntuación de las piernas dependió de la distribución de peso entre ellas, los apoyos existentes y si es una posición sedente, teniendo en cuenta los datos suministrados por los trabajadores, obtenemos la siguiente información.

Tabla 46. Tabla cruzada posición de las piernas*Puesto de trabajo

	Puesto de trabajo					Total	Porcentaje
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado		
El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados.	20	37	16	39	4	116	51,6%
El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición.	14	4	19	3	21	61	27,1%
Los pies no están bien apoyados o el peso no está simétricamente distribuido.	7	3	7	12	19	48	21,3%

La Tabla 46 nos indicó que el 51,6% de los trabajadores permanecen en posición sedente con los pies bien apoyados, teniendo mayor presencia en las secciones de montaje, desbaste y troquelado. Siendo evidente ya que dichas labores se desempeñan principalmente con las manos, haciendo innecesario el uso de las piernas, convirtiéndolas en un punto de apoyo y descanso para el cuerpo. Por otra se muestra que el 27,1% mantiene una posición bípeda con el peso del cuerpo bien

distribuido, con mayor índice de frecuencia en la sección de troquelado, dado que dicha maquina está ubicada a una altura que vuelve complicada la manipulación si el operario mantiene una posición sedente, de igual modo en la sección de desbaste se muestra casos en los que el operario cambia de posición sedente a bípeda, dicho cambio se da en repetidas ocasiones durante el transcurso de la jornada laboral, igualmente los operarios que ejecutan labores de apoyo, muestran una posición adecuada que le permite hacer levantamiento de forma fácil y sin aplicar mucho esfuerzo en la zona de piernas y tronco. El 21,3% restante presentaron molestias en las piernas, como hinchazón, dolor o calambres, causado por la falta de descanso en la carga corporal, y por la acumulación de sangre en la parte baja de las piernas.

Por último en esta sección se muestran los puntajes obtenidos por cada una de las áreas de trabajo (Tabla 47), demostrando que los trabajadores cuentan con el entorno adecuado para desarrollar adecuadamente su labor, siendo el 78,6% de los trabajadores laboran en condiciones que cuentan con puntos de apoyo, que permiten el descanso de los músculos, y la distribución correcta del peso corporal en cada una de sus piernas, por el contrario el 21,4% restante obtuvieron una puntuación de dos, significando la falencia de puntos de apoyo, en los puestos de trabajo de terminado y troquelado, siendo los más expuestos a presentar dolores musculares en las piernas, como fatiga, ardor, calambres e incluso problemas de mala circulación sanguínea.

*Tabla 47. Tabla cruzada Puntuación de piernas*Puesto de trabajo*

		Puesto de trabajo					Total
		Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
Puntuación de piernas	1,00	34	49	25	33	36	177
	2,00	7	5	7	12	17	48
Total		41	54	32	45	53	225

A continuación, se presentan ejemplos de imágenes de las posiciones que adoptan algunos operarios durante la ejecución de sus tareas, cuyas revisiones de ángulos se realizaron por medio de la ayuda de la herramienta RULER, software perteneciente a Ergonautas.

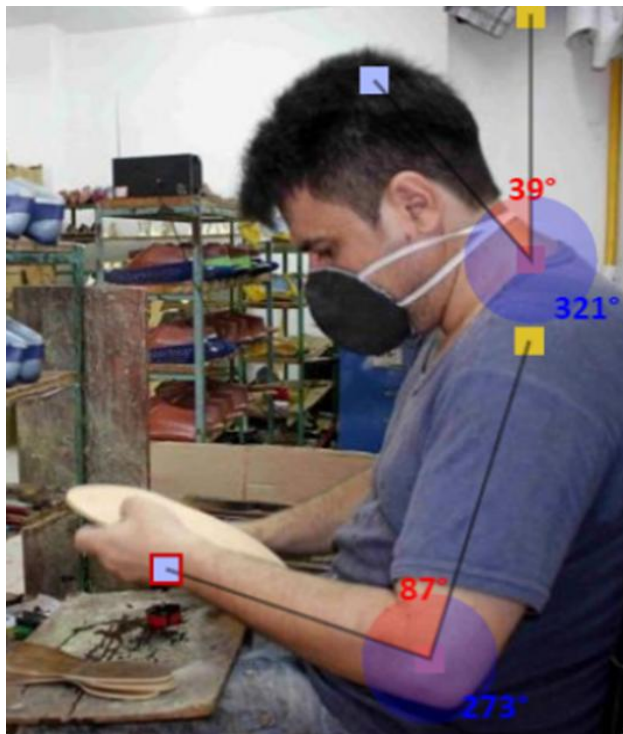


Figura 6. Ejemplo 1



Figura 8. Ejemplo 3

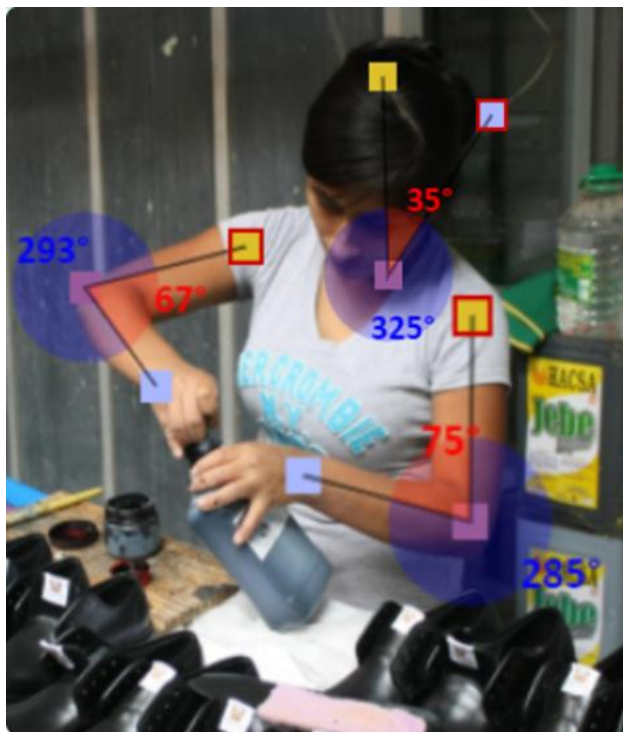


Figura 7. Ejemplo 2



Figura 9. Ejemplo 4

8.3.8 Tipo de actividad

Con las tablas anteriores se determinaron los puntajes globales de los grupos A (brazo, antebrazo y muñeca) y B (cuello, tronco y piernas) quienes consideran la postura del trabajador, a continuación (Tabla 48), se valorará el carácter dinámico o estático de la posición del trabajador.

Tabla 48. Tabla cruzada tipo de actividad*Puesto de trabajo

	Puesto de trabajo					Total	Porcentaje
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado		
Estática (se mantiene más de un minuto seguido)	14	11	18	12	15	70	31,1%
Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto)	21	34	7	30	14	106	47,1%
Ocasional, poco frecuente y de corta duración	6	9	13	11	10	49	21,8%

En base a la Tabla anterior, se muestra que el 47,1% de la población realizan actividades repetitivas en sus puestos de trabajo, dichas actividades las conforman principalmente en la manipulación de materiales para montaje y terminado, adicional a esto, el 31,1% permanece en posiciones estáticas, donde mantienen la postura por más de un minuto seguido, esta posición es más empleada por los manipuladores de equipos mecánicos, dichas actividades repetitivas pueden ocasionar lesiones por sobreesfuerzo, las cuales ocurren cuando existe un exceso de presión sobre una parte del cuerpo, por largos periodos de tiempo, llegando así a causar inflamación y dolor.

Desde otra perspectiva se muestra que el 21,8% de los trabajadores consideraron este trabajo de tipo ocasional, presentando mayor incidencia en los operarios auxiliares, quienes no permanecen realizando una sola actividad, este tipo de actividad no se considera factor de riesgo, además no se considera causa de aumento o disminución el puntaje global de los grupos A y B obtenidos anteriormente.

8.3.9 Carga o fuerza

Por otra parte, se incrementó las puntuaciones anteriores en función de las fuerzas ejercidas, a continuación, se presenta los diferentes tipos de esfuerzos en los cuales incurren los trabajadores de las diferentes secciones.

Tabla 49. Tabla cruzada carga o fuerza realizada*Puesto de trabajo

	Puesto de trabajo					Total	Porcentaje
	Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado		
La carga o fuerza es menor de 2 kg y se realiza intermitentemente.	19	31	19	26	26	121	53,8%
La carga o fuerza está entre 2 y 10 kg y se realiza intermitentemente.	15	15	5	4	13	52	23,1%
La carga o fuerza está entre 2 y 10 kg ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos.	1	8	5	7	5	26	11,6%
La carga o fuerza es mayor de 10 kg y es aplicada intermitentemente.	3	6	1	5	0	15	6,7%
La carga o fuerza es mayor de 10 kg y requiere una postura estática o movimientos repetitivos.	3	1	2	3	2	11	4,9%

Según la tabla anterior, se hace evidente que los operarios fabricantes de calzado no manipulan materiales con un peso superior a 10 Kg de manera repetitiva con elementos inferiores a un peso de 5 Kg y de manera intermitente con elementos cercano a 10 Kg de peso, sin embargo en áreas de montaje y terminado, los operarios transportan lotes de producción de un área a otro, siendo que estos superan los 10 Kg de peso, a pesar de ello dicho transporte se realiza de forma esporádica durante la jornada laboral, haciendo que no represente un factor de riesgo ergonómico, no obstante se muestra que un 4,9% de la población trabaja con cargas superiores a 10 Kg de manera repetitiva, dicha situación se presentó en empresas que no cuentan con un sitio de almacenaje adecuado para sus productos terminados y productos en proceso, por ende tienden a depositarlo en zonas cercanas a su lugar de trabajo, esperando el momento de salida del producto o el momento en el cual un área solicita el producto de la sección anterior.

8.3.10 Nivel de riesgo

Con las tablas mencionadas anteriormente, nos permitió determinar la puntuación final de la aplicación del método RULA. En la tabla 50 se presenta el nivel de riesgo en el cual se ubica cada puesto, y el número de casos que presentan dicho nivel de riesgo.

Tabla 50. Tabla cruzada Nivel de riesgo*Puesto de trabajo

		Puesto de trabajo					Total
		Desbaste	Montaje	Otro	Terminado y empaque	Troquelado	
Nivel de riesgo	1,00	1	2	0	0	4	7
	2,00	18	22	16	20	22	98
	3,00	17	20	11	13	12	73
	4,00	5	17	5	12	8	47
Total		41	61	32	45	46	225

El 20,4% de la población estudiada perteneció al área de troquelado, el cual presento que 74% perteneciente a esta área mostro un nivel de riesgo medio, para los cuales es necesaria una actuación, adicional a esto el 17,4% se encuentran en un nivel de riesgo alto el cual según el método sugiere una actuación y plan de mejora inmediato; debido a que la sección de troquelado generalmente se realiza en posición bípeda, los trabajadores indican que las partes en las cuales presentan dolor o molestias musculares son las rodillas y palmas de los pies, debido a las largas jornadas laborales realizando el mismo proceso en la misma posición, para dichos inconvenientes se recomiendan la implementación de pausas activas en las cuales se recuperen sus miembros inferiores, además se sugiere adecuar la altura a la cual está ubicada la máquina en base a la altura del operario, de tal forma que se puedan cambiar las posiciones de tronco, cuello y brazos mencionadas anteriormente. Cabe resaltar que el puesto de troquelado se consideró no aceptable debido a la exposición a factores de riesgo por movimientos repetitivos y las posiciones forzadas a las que son sometidos los miembros superiores.

En cuanto al 18,2% de la población que perteneció al área de desbaste, encontramos que el 85,4% se encuentran en nivel de riesgo medio lo cual hace necesaria la actuación en dicho puesto, principalmente en las zonas de tronco, brazos y cuello, siendo estas las que presentan mayor aplicación de esfuerzo por parte del operario, recomendando así la utilización de una silla ergonómica de tal forma que el operario pueda ajustar la altura de su cuerpo al nivel de la máquina,

de igual modo dicha silla permitirá el desplazamiento del cuerpo completo a la hora de alcanzar cualquier herramienta, evitando que el operario deba ejercer torsión sobre su tronco. En cuanto al 12,2% restante que se ubicó en un nivel de riesgo cuatro, el cual no presento la implementación de fuerza que genere fatiga, dicho nivel se debe a la alta frecuencia con la que se realizan las operaciones y las posturas forzadas que adoptan el tronco, manos y muñeca, recomendando la implementación de pausas activas que contribuyan a la recuperación de los miembros.

Teniendo en cuenta los riesgos posturales en el área de montaje, la cual hizo referencia al 27,1% de la población total, se pudo identificar que este el proceso en el cual se presenta mayores niveles de riesgo postural, ubicándose en un nivel medio-alto el cual requiere actuación inmediata, de modo que se recomendó adquirir herramientas o maquinas especializadas para la sujeción de los materiales, ya que esta actividad la realizan manualmente causando que el operario deba aplicar un nivel de fuerza de agarre elevado, de igual modo dicho puesto de trabajo requiere la utilización de una gran variedad de herramientas, quienes son ubicadas alrededor de la zona de trabajo, por ende dicho operario se ve obligado a ejercer torsión e inclinación lateral sobre su tronco y cuello cuando necesita tomar alguna herramienta, adicional a lo mencionado anteriormente, la operación de montaje requiere una combinación de movimientos repetitivos, utilización de fuerza y posturas forzadas en la zona del antebrazo, cuello, brazo y muñecas.

Pasando a la operación de terminado y empaque, se encontró que las posturas adoptadas por los trabajadores representan un grado medio-alto de riesgo, siendo evidente el requerimiento de actuación en dicho puesto, el nivel de riesgo depende en gran medida a la altura que poseen las mesas donde se ejerce esta operación, debido a que dificulta las posturas de brazo y antebrazo, igualmente se recomienda el uso de una silla ergonómica que permita disminuir el número de torsiones realizadas por el tronco para alcanzar los materiales que están fuera del alcance de sus brazos. En otro orden de ideas el puesto de trabajo consta de movimientos repetitivos que pueden desarrollar trastornos musculoesqueléticos a largo plazo.

Por ultimo las operaciones realizadas por los auxiliares de los puestos, se consideran que presentan un nivel de riesgo medio, debido a que no permanecen realizando una misma actividad por periodos largos de tiempo, sin embargo, se recomienda realizar un estudio en el que solo se evalué dicha sección, ya que, al cambiar intermitentemente de puestos de trabajo, se puede suponer

que este puesto es el más expuesto a factores de riesgo ergonómico, esto dependiendo de la forma en que laboren.

A continuación, se presentan los niveles de riesgo que se presentaron en cada una de las empresas estudias, dicha información será la base para la segunda fase de este proyecto.

Tabla 51. Tabla cruzada Empresa*Nivel de riesgo

		Nivel de riesgo				Total
		1,00	2,00	3,00	4,00	
	ARGUELLO MUÑOZ LUZ	0	0	0	2	2
	BROMX S.A.S.	0	3	7	2	12
	CALZADO D'MANTILLA	1	6	2	0	9
	CALZADO GREEN DAY K	0	4	1	2	7
	CALZADO KLASSE LTDA	0	2	3	4	9
	CALZADO SHEBAT S.A.	0	1	0	0	1
	CASTRO CONTRERAS AL	0	3	3	1	7
	CONTRERAS LEON CRUZ	0	1	1	0	2
	CORREA BERMUDEZ ROS	0	5	3	1	9
	CURTIORIENTE S.A.S.	0	4	4	0	8
	ESTRATO SIETE S.A.S	0	5	2	1	8
	EXPORT ALLIANCE LTD	0	2	1	0	3
	GOMEZ ROMAN LUZ YOL	0	2	3	2	7
	GRUPO MODA CLASS S.	0	7	4	1	12
	HERRERA CELIS DORIS	0	2	3	1	6
	INDUSTRIAS GALLEGO	0	2	4	3	9
	INVERSIONES DELGADO	0	2	2	3	7
	INVERSIONES RHEGUTI	0	6	0	0	6
	LACHE DIAZ WILLIAM	2	3	1	3	9
	LOPEZ RODRIGUEZ CEC	0	1	2	0	3
	LOPEZ RODRIGUEZ LUZ	0	0	1	0	1
	MALDONADO GALVIS LU	0	0	1	1	2
	MALDONADO PORRAS LU	0	1	1	2	4
	MOJICA HERRERA ANA	0	1	0	0	1
	MONTOYA CORREA GUIL	0	1	3	2	6
	OCHOA VILLAMIL JAIM	3	1	3	3	10
	ORTEGA CAMACHO GRIS	0	5	0	1	6
	ORTEGA CAMACHO ROMA	0	2	3	0	5

	PORRAS ORTEGA OMAIR	0	3	1	1	5
	ROMERO SANCHEZ ANA	0	3	2	1	6
	ROMERO SANCHEZ ANAN	0	1	0	0	1
	ROMERO SANCHEZ YAQU	0	3	0	0	3
	SALAZAR DE VARGAS A	0	3	3	3	9
	SALAZAR ROMAN DIANA	0	4	2	0	6
	SERRANO MENESES CAR	0	0	0	3	3
	SUEÑOS MODA Y ESTI	0	4	4	2	10
	ZAGGO SHOES S.A.S	1	5	3	2	11
Total		7	98	73	47	225

9. Resultados Fase II

A partir de los resultados obtenidos de la sección anterior en cuanto al nivel de riesgo presente en las empresas, y teniendo en cuenta la disponibilidad de estas, se decidió continuar la segunda fase de estudio con las empresas CALZADO KLASSE LTDA, GOMEZ ROMAN LUZ YOLANDA, LACHE DIAZ WILLIAM, MONTOYA CORREA GUILLERMO y ZAGGO SHOES S.A.S de las cuales solo se trabajará con los procesos de troquelado, desbaste, montaje y terminado, los cuales presenten nivel de riesgo igual a cuatro, dejando la posibilidad a otro investigador de continuar el proyecto con los sujetos faltantes.

9.1 Cronograma de actuación Fase II

Para evaluar el efecto que tiene la presencia de factores ergonómicos en el nivel de productividad de la empresa, se propuso el siguiente cronograma de actividades.

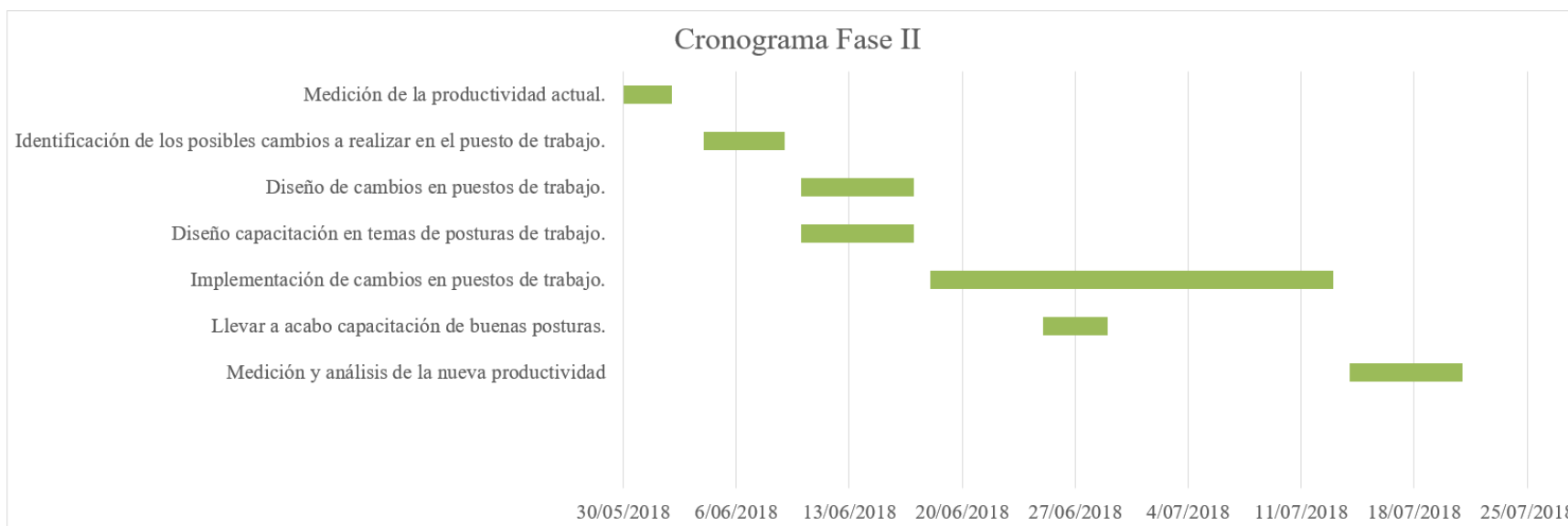


Figura 10. Cronograma Fase

Con el fin de manejar el mismo idioma que los trabajadores, se trabajó con el nombre de los establecimientos de las empresas, los cuales son más usados por los mismo, quedando de la siguiente manera.

Tabla 52. Identificación modificada

Nombre o razón social	Nombre establecimiento
Calzado klasse Ltda.	Calzado klasse
Gómez Román Luz Yolanda	Calzado mascarada
Lache Díaz William	Moda bella sandal's
Montoya Correa Guillermo	Fábrica de calzado mandarina
Zaggo shoes s.a.s	Zaggo shoes

A continuación, se muestran los procesos que presentan un nivel de riesgo igual a cuatro, en las diferentes empresas que hicieron parte de la segunda fase.

Tabla 53. Procesos con nivel de riesgo igual a cuatro.

Empresa	Procesos
Calzado klasse	Troquelado Montaje Terminado
Calzado mascarada	Desbaste
Moda bella sandal's	Montaje Terminado
Fábrica de calzado mandarina	Troquelado Montaje
Zaggo shoes	Terminado

9.2 Calculo del tiempo estándar actual

El porcentaje de valor observado normal (100%) correspondió a 14 minutos en el puesto de troquelado de la empresa Calzado klasse, por ende, los tiempos observados (TO) menores a este, se consideraron que el trabajador mantiene un ritmo de trabajo rápido. Adicionalmente, el tiempo básico (TB) es aquel que tarda el empleado en efectuar una actividad de trabajo a un ritmo determinado.

En base a esto, con un tiempo observado igual a 15 min, se utilizó un porcentaje de valoración igual a 107%, dado que el trabajador en el puesto de troquelado mantiene un ritmo lento al momento de realizar dicha tarea.

Teniendo el tiempo observado y el porcentaje de valoración establecido, se halla el tiempo base.

$$TB = (15 \text{ min} * 1,07) = 16,07 \text{ min/unidad (1)}$$

Los suplementos variables del puesto de troquelado se eligieron por medio de observación, en relación con los porcentajes de la tabla de suplementos (Tabla 20) y a las características del puesto.

Tabla 54. Suplementos variables cargo troquelado

Característica	% Suplemento variable
Por estar de pie	2%
Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
Alumbrado inferior al recomendado	2%
Nivel de ruido intermitente fuerte	2%
Proceso que requiere amplia atención	4%
Monotonía moderada	1%
Tedioso	2%
TOTAL	16%

Haciendo uso del resultado del tiempo base (1), se multiplico con el porcentaje de suplementos variables (16%) el cual está acompañado de un porcentaje de suplementos constantes (9%), que dio como resultado.

$$16,07 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} * (0,09 + 0,16) = 4,02 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} \quad (2)$$

Los suplementos por contingencias hacen referencia al pequeño margen que se incluye en el tiempo para prever demoras que no compensa medir exactamente porque aparecen en frecuencia. Por tanto, estos se expresan como un porcentaje del tiempo básico igual a 16,05 min/unidad que representa el 100% de la actividad, entonces 1,28 minutos representa el 8% de contingencias variables. Además de este porcentaje, se agrega en los cálculos el porcentaje de contingencias constantes (7%), realizando el producto de la suma de ambos con el tiempo básico.

$$16,05 \frac{\text{min}}{\text{unid}} * (0,07 + 0,08) = 2,41 \frac{\text{min}}{\text{unid}} \quad (3)$$

El tiempo estándar es el tiempo que requiere un trabajador para realizar determinada operación a un ritmo determinado (1), donde se incluye en sus cálculos suplementos variables de tipo ergonómico (2) y por contingencia (3), por ende, el tiempo estándar antes de realizar algún tipo de implementación o cambio en el proceso de troquelado, resulta de la suma de lo antes mencionado.

$$16,05 \frac{\text{min}}{\text{unid}} + 4,01 \frac{\text{min}}{\text{unid}} + 2,41 \frac{\text{min}}{\text{unid}} = 22,50 \frac{\text{min}}{\text{unid}} \quad (4)$$

Con el cálculo del tiempo estándar en relación con la jornada laboral (8 horas), fue posible hallar el volumen de producción que se tiene antes de realizar algún tipo de intervención o mejora en el puesto de troquelado.

$$\frac{480 \text{ min}}{22,50 \text{ min/unid}} = 21,33 \frac{\text{unid}}{\text{dia}} \quad (5)$$

Para el cálculo de la productividad, fue necesario hallar los costos asociados a la hora-hombre, a la materia prima y la utilidad que se genera en relación con el nivel de producción actual.

9.3 Calculo de la productividad actual

El costo de trabajo de una hora hombre es de \$4.747, teniendo en cuenta que la jornada laboral es de 8 horas, el costo de la jornada completa resulto ser de \$37.976.

$$\text{Costo hora hombre} = \frac{781.242 * \frac{14}{12}}{24 * 8} = \$4.747 * 8 \text{ horas} = \$37.976 \quad (6)$$

El costo de la materia prima para la realización de un par de zapatos es de \$44.229 (Ver anexo C), lo cual, para la operación de troquelado, el gasto de materia prima representa el 32% de ese valor (\$14.153,28). Teniendo en cuenta que la producción es de 21 pares de zapatos por día (5), el costo total de materia prima por día en el cargo de troquelado es de \$297.218,88.

El valor comercial de un par de zapatos de cuero es de \$52.000, por ende, restando los costos asociados e involucrando la producción actual, la utilidad que se genera diariamente es de \$800.091,39.

$$\text{Utilidad} = \$57.000 - (\$4.747 + \$14.153,28) = \$38.099,59 * 21 = \$800.091,39$$

Por tanto, el nivel de productividad asociado es de 2,39.

$$\text{Productividad} = \frac{\$800.091,39}{\$37.976 + \$297.218,88} = 2,39$$

De igual modo se calculó el tiempo estándar y la productividad antes de cualquier intervención para los otros puestos de trabajo en las diferentes empresas pertenecientes a esta fase.

Tabla 55. Tiempo estándar puestos de trabajo

Empresa	Puesto de trabajo	Tiempo observado (min)	Tiempo base (min)	% Suplementos variables	% Suplementos fijos	% Contingencias	Tiempo estándar (min)
Calzado klasse	Troquelado 1	15	16,07	16%	9%	15%	22,50
	Troquelado 2	16	18,29	16%	9%	15%	25,60
	Montaje	44	43,02	14%	9%	15%	59,37
	Terminado	40	42,11	14%	9%	15%	58,11
Calzado mascarada	Desbaste 1	25	25,00	14%	9%	15%	34,50
	Desbaste 2	28	31,36	14%	9%	15%	43,28
Moda bella sandal's	Montaje	41	40,02	15%	9%	15%	55,63
	Terminado 1	36	37,03	12%	9%	15%	50,36
	Terminado 2	37	39,11	12%	9%	15%	53,20
Fábrica de calzado mandarina	Troquelado	19	22,56	16%	9%	15%	31,59
	Montaje 1	39	38,03	15%	9%	15%	52,85
	Montaje 2	42	44,10	15%	9%	15%	61,30
Zaggo shoes	Terminado 1	37	35,10	12%	9%	15%	47,74
	Terminado 2	41	43,10	12%	9%	15%	58,62

En la tabla anterior se muestra los diferentes tiempos empleados por los diferentes trabajadores en sus respectivos puestos de trabajo, en el cual se tuvo en cuenta que ninguna persona puede mantener un ritmo de trabajo constante, debido fatiga o situaciones esporádicas de recuperación corporal, dicho esto se utilizó un porcentaje de suplementos variables (Ver anexo D) y nueve por ciento de suplementos fijos para cada trabajador, adicional a esto se manejó un ocho por ciento de contingencias variables y un siete por ciento de contingencias constantes, dando así el tiempo estándar para cada actividad, el cual sirvió de insumo para calcular el volumen de producción.

Tabla 56. Productividad puesto de trabajo

Empresa	Puesto de trabajo	Volumen de producción (unid/día)	Costo hora-hombre	Costo materia prima	Precio venta	Utilidad	Productividad
Calzado klasse	Troquelado 1	21,33	\$ 4.747,13	\$ 297.218,88	\$ 57.000	\$ 800.091,39	2,39
	Troquelado 2	18,75	\$ 4.747,13	\$ 254.759,04	\$ 57.000	\$ 685.792,62	2,34
	Montaje	8,08	\$ 4.381,97	\$ 169.839,36	\$ 57.000	\$ 251.104,91	1,23
	Terminado	8,26	\$ 4.068,97	\$ 180.454,32	\$ 57.000	\$ 242.993,93	1,14
Calzado mascarada	Desbaste 1	13,91	\$ 4.068,97	\$ 234.951,34	\$ 53.000	\$ 401.152,07	1,50
	Desbaste 2	11,09	\$ 4.068,97	\$ 198.804,98	\$ 53.000	\$ 339.436,36	1,47
Moda bella sandal's	Montaje	8,63	\$ 3.906,21	\$ 211.116,16	\$ 61.000	\$ 245.634,16	1,01
	Terminado 1	9,53	\$ 3.755,97	\$ 185.173,92	\$ 61.000	\$ 330.022,34	1,53
	Terminado 2	9,02	\$ 3.755,97	\$ 185.173,92	\$ 61.000	\$ 330.022,34	1,53
Fábrica de calzado mandarina	Troquelado	15,20	\$ 4.557,25	\$ 221.518,50	\$ 59.000	\$ 595.122,83	2,31
	Montaje 1	9,08	\$ 4.557,25	\$ 159.493,32	\$ 59.000	\$ 330.491,48	1,69
	Montaje 2	7,83	\$ 4.557,25	\$ 124.050,36	\$ 59.000	\$ 257.048,93	1,60
Zaggo shoes	Terminado 1	10,05	\$ 4.068,97	\$ 181.392,00	\$ 60.000	\$ 377.918,31	1,77
	Terminado 2	8,19	\$ 4.068,97	\$ 145.113,60	\$ 60.000	\$ 302.334,65	1,70

En base al salario mínimo legal vigente en Colombia, se calculó el costo hora-hombre para cada trabajador, siendo que este se halló teniendo en cuenta el número de salarios pagados al año, y el número de días trabajados al mes (Ver anexo E), de igual modo se determinó el costo de materia prima correspondiente para cada puesto. Con los datos anteriormente mencionados y conociendo

el precio de venta del producto, se calculó la utilidad generada, la cual fue base para conocer la productividad en los puestos de trabajo.

9.4 Intervención

Las intervenciones expuestas a continuación, está compuesta por mejoras en los puestos de trabajo más críticos de las empresas, el cual se centró en disminuir suplementos variables y el esfuerzo utilizado por las diferentes partes del cuerpo, es decir minimizar el nivel de incomodidad, evitando levantamiento de cargas pesadas y adoptar posturas inadecuadas que generen fatiga y posible aparición de trastornos musculoesqueléticos.

9.4.1 Capacitaciones

Las capacitaciones buscaron perfeccionar, mejorar y desarrollar las aptitudes de una persona, con el propósito de prepararla para que se desempeñe correctamente en un puesto específico de trabajo. Para esto se realizó capacitaciones de máximo 1 hora, sobre las diferentes posturas que emplean durante el desarrollo de su actividad, enfatizando cuales posturas son inadecuadas, y generadores de molestias, de modo que se pudo mostrar que posición debían emplear y de esta forma hacer generar conciencia del cuidado que deben tener, de modo que les permita aumentar su productividad, y disminuir su cansancio al final de la jornada.

La estrategia didáctica aplicada, fue un método expositivo, por medio de una presentación en PowerPoint donde se presentó información acerca de las condiciones y posturas consideradas más adecuadas para desarrollar trabajos en posiciones de pie y sentado (Ver anexo F). La respuesta obtenida por los trabajadores fue el reconocimiento de los peligros de mantener una postura forzosa por periodos largos de tiempo durante la ejecución de sus actividades, valorando la necesidad de cambio.

9.4.2 Rediseño puesto de trabajo troquelado

Se propuso rediseñar el puesto de trabajo actual de troquelado para las empresas Calzado Klasse y Fabrica de calzado Mandarina, el cual no permite un almacenamiento adecuado de los materiales a usar en la jornada, además la altura a la cual estaba ubicada la troqueladora ocasiona que el operario utilice posturas forzosas. Adicional a esto se recomendó la implementación de luz led en la parte superior del puesto con el fin de mejorar la visión del operario, de igual modo el uso de

audífonos canceladores de sonido, debido a que esta máquina produce un nivel de ruido fuerte de forma intermitente.

9.4.3 Rediseño puesto de trabajo desbaste

Para este puesto de trabajo en la empresa Calzado Mascarada se recomendó ajustar la altura de las mesas acorde a la altura de los operarios en posición sedente y bípeda, de forma que facilito el alcance a las herramientas necesarias para realizar la actividad, y permita la distribución del peso de su cuerpo de forma correcta en sus miembros inferiores, igual que en ítem anterior se recomendó el uso de luz led para mejorar la visión, y por último la utilización de un sujetador para mejorar la posición del desbaste.



Figura 11. Cambios puestos de trabajo.

Nota: Después de ser ajustado la altura de la mesa de acuerdo con la estatura del trabajador (Al ser un trabajo de precisión, se debe tener una superficie de trabajo unos 5 cm por arriba de la altura de su codo), este presento el habito de trabajar con su cabeza inclinada hacia adelante, para esto se le recomendó una serie de ejercicios correctores posturales (Ver anexo G), para evitar posibles riesgos futuros.

9.4.4 Rediseño puesto de trabajo montaje

Para todas las empresas se recomendó para esta operación la inclusión de un soporte de calzado, que facilite al operario utilizar ambas manos durante la ejecución de esta tarea, algunas empresas no cuentan con mesas para poner dichas herramientas, por tanto, se recomendó la adquisición de una o más, dependiendo del requerimiento. Se sugirió que el tamaño de estas permita ubicar herramientas, materiales y producto en proceso.

9.4.5 Rediseño puesto de trabajo terminado

Igual que en todas las secciones se recomendó la implementación de luz focalizada que permita mejor visión de los trabajadores, adicional a esto la ampliación de las mesas facilito el almacenamiento. Por último, la implementación de un soporte para materiales incremento la eficiencia del operario al poder utilizar ambos miembros superiores.

A continuación, se presentan algunos de los cambios realizados en las empresas, aprobados por las mismas.



Figura 12. Ejemplo 5



Figura 14. Ejemplo 6



Figura 13. Ejemplo 7



Figura 15. Ejemplo 8

9.5 Calculo del tiempo estándar después de implementación.

El nuevo tiempo estándar se calculó de igual modo que en secciones anteriores (Tabla 57), observando disminución en los tiempos observados y en el porcentaje de suplementos variables (Ver anexo H) presentes en los diferentes puestos de trabajo estudiados.

Tabla 57. Nuevo tiempo estándar puesto de trabajo.

Empresa	Puesto de trabajo	Tiempo observado (min)	Tiempo base (min)	% Suplementos variables	% Suplementos fijos	% Contingencias	Tiempo estándar (min)
Calzado klasse	Troquelado 1	12	10,29	10%	9%	15%	13,78
	Troquelado 2	13	12,07	10%	9%	15%	16,18
	Montaje	38	32,09	9%	9%	15%	42,68
	Terminado	35	32,24	9%	9%	15%	42,88
Calzado mascarada	Desbaste 1	19	14,44	9%	9%	15%	19,21
	Desbaste 2	24	23,04	7%	9%	15%	30,18
Moda bella sandal's	Montaje	36	30,86	7%	9%	15%	40,42
	Terminado 1	30	25,71	7%	9%	15%	33,69
	Terminado 2	31	27,46	7%	9%	15%	35,97
Fábrica de calzado mandarina	Troquelado	11	7,56	10%	9%	15%	10,13
	Montaje 1	34	28,90	10%	9%	15%	38,73
	Montaje 2	35	30,63	10%	9%	15%	41,04
Zaggo shoes	Terminado 1	33	27,92	7%	9%	15%	36,58
	Terminado 2	35	31,41	7%	9%	15%	41,15

9.6 Calculo de la productividad después de implementación.

Para el cálculo de la nueva productividad, se trabajó sin cambiar los valores de costo hora-hombre, costo materia prima y precio de venta utilizados en secciones anteriores, con el fin de apreciar la influencia que tiene un trabajador con baja carga postural y condiciones de entorno aceptables frente a la productividad del puesto de trabajo (Tabla 58).

Tabla 58. Nueva productividad puesto de trabajo.

Empresa	Puesto de trabajo	Volumen de producción (unid/día)	Costo hora-hombre	Costo materia prima	Precio venta	Utilidad	Productividad
Calzado klasse	Troquelado 1	34,83	\$ 4.747,13	\$ 481.211,52	\$ 57.000	\$ 1.295.386,05	2,50
	Troquelado 2	29,67	\$ 4.747,13	\$ 410.445,12	\$ 57.000	\$ 1.104.888,10	2,46
	Montaje	11,25	\$ 4.381,97	\$ 233.529,12	\$ 57.000	\$ 345.269,25	1,29
	Terminado	11,20	\$ 4.068,97	\$ 248.124,69	\$ 57.000	\$ 334.116,65	1,19
Calzado mascarada	Desbaste 1	24,99	\$ 4.068,97	\$ 433.756,32	\$ 53.000	\$ 740.588,43	1,59
	Desbaste 2	15,90	\$ 4.068,97	\$ 271.097,70	\$ 53.000	\$ 462.867,77	1,52
Moda bella sandal's	Montaje	11,87	\$ 3.906,21	\$ 290.284,72	\$ 61.000	\$ 337.746,97	1,05
	Terminado 1	14,25	\$ 3.755,97	\$ 288.048,32	\$ 61.000	\$ 513.368,08	1,61
	Terminado 2	13,34	\$ 3.755,97	\$ 267.473,44	\$ 61.000	\$ 476.698,94	1,60
Fábrica de calzado mandarina	Troquelado	47,37	\$ 4.557,25	\$ 694.091,30	\$ 59.000	\$ 1.864.718,19	2,55
	Montaje 1	12,39	\$ 4.557,25	\$ 212.657,76	\$ 59.000	\$ 440.655,30	1,77
	Montaje 2	11,70	\$ 4.557,25	\$ 194.936,28	\$ 59.000	\$ 403.934,03	1,75
Zaggo shoes	Terminado 1	13,12	\$ 4.068,97	\$ 235.809,60	\$ 60.000	\$ 491.293,81	1,83
	Terminado 2	11,67	\$ 4.068,97	\$ 199.531,20	\$ 60.000	\$ 415.710,14	1,79

Dada la disminución del tiempo observado, la reducción del tiempo estándar y los costos constantes se aprecia al aumento del volumen de producción diario y productividad del cargo (Tabla 59).

Tabla 59. Cuadro comparativo basado en la implementación.

Empresa	Puesto de trabajo	Tiempo estándar (min) antes de implementación	Tiempo estándar (min) después de implementación	Volumen de producción (unid/día) antes de implementación	Volumen de producción (unid/día) después de implementación	Productividad antes de implementación	Productividad después de implementación
Calzado klasse	Troquelado 1	22,50	13,78	21,33	34,83	2,39	2,50
	Troquelado 2	25,60	16,18	18,75	29,67	2,34	2,46
	Montaje	59,37	42,68	8,08	11,25	1,23	1,29
	Terminado	58,11	42,88	8,26	11,20	1,14	1,19
Calzado mascarada	Desbaste 1	34,50	19,21	13,91	24,99	1,50	1,59
	Desbaste 2	43,28	30,18	11,09	15,90	1,47	1,52
Moda bella sandal's	Montaje	55,63	40,42	8,63	11,87	1,01	1,05
	Terminado 1	50,36	33,69	9,53	14,25	1,53	1,61
	Terminado 2	53,20	35,97	9,02	13,34	1,53	1,60
Fábrica de calzado mandarina	Troquelado	31,59	10,13	15,20	47,37	2,31	2,55
	Montaje 1	52,85	38,73	9,08	12,39	1,69	1,77
	Montaje 2	61,30	41,04	7,83	11,70	1,60	1,75
Zaggo shoes	Terminado 1	47,74	36,58	10,05	13,12	1,77	1,83
	Terminado 2	58,62	41,15	8,19	11,67	1,70	1,79

10. Conclusiones

Esta investigación permitió caracterizar los factores de riesgo ergonómico que prevalecen en los puestos de trabajo troquelado, desbaste, montaje y terminado, pertenecientes al sector calzado en las que se realizó el trabajo, los cuales pudieron ser evaluados fácilmente mediante el método Rula, identificando así los niveles de riesgo, ocasionados por la ausencia del diseño de puesto de trabajo para cada trabajador.

De los procesos analizados, se observó que la mayoría son realizados en posición sedente, los cuales no cuentan con sillas ergonómicas apropiadas para la realización de las actividades. De igual modo, los puestos de trabajo que son realizado en posición bípeda presentan inconvenientes que generan molestias en los operarios, esto es debido a que las maquinas no están diseñadas de acuerdo a las características antropométricas que caracterizan al personal entrevistado, lo cual genera que deban adoptar posiciones inadecuadas y forzadas en el puesto de trabajo.

De acuerdo con el método Rula, el proceso que más riesgo ergonómico presenta es la sección de montaje, principalmente en brazos, muñeca, cuello y espalda, esto es debido principalmente a que en dicha operación el trabajador cuenta con el material de trabajo (materiales y herramientas) en las cercanías del puesto, por ende, este debe incurrir en sobreesfuerzos para tomarlos sin mover sus miembros inferiores. Además, dicha incomodidad se presenta durante la semana laboral, desde la mitad de la jornada.

Según el método Rula, se aprecia que la principal causa de un nivel de riesgo ergonómico alto es debido a que mantiene posturas inadecuadas o movimientos repetitivos por largos periodos de tiempo. Adicional a esto se observó que las condiciones del entorno que más incomodidad le generan a los trabajadores son por ruido, iluminación y ventilación, así como la falta de elementos de protección personal y la destinación de tiempo de turno para realizar pausas activas que permitan el descanso y recuperación física de los trabajadores.

En respuesta a la intervención realizada en los puesto que presentaron un alto nivel de riesgo, presento una disminución un cuanto a los suplementos variables en actividades como posición molesta, empleo de fuerza y alumbrado del puesto de trabajo, causando así una disminución en el tiempo estándar después de la implementación, haciendo más eficaz el proceso productivo de la empresa.

11. Recomendaciones

Se recomienda diseñar los espacios de trabajo bajo un ambiente ergonómico, que le permita al trabajador realizar sus actividades con mayor comodidad y protegiendo su salud, sin embargo, el desconocimiento del tema en algunos casos no lo permite, por lo que se sugiere dar importancia a la ejecución de planes pilotos sobre la satisfacción en cada puesto de trabajo.

Se recomienda realizar análisis de varianzas, enfocando el estudio en los niveles más críticos del cuerpo (espalda, miembros superiores, muñeca y cuello), con el fin de evaluar el impacto significativo que tuvieron las intervenciones realizadas sobre el nivel de incomodidad del trabajador.

Con el fin de disminuir aún más la cantidad de suplementos variables, se recomienda la implementación de equipos de protección personal y la destinación de tiempo de la jornada para realizar pausas activas, que permitan la recuperación del cuerpo y así disminuir el tiempo estándar y mejorar la productividad.

Se recomienda a las empresas la afiliación de los colaboradores a una entidad administradora de riesgos profesionales, además de una correcta sensibilización y capacitación de los operarios en forma periódica, acerca de la forma correcta de adoptar posturas al momento de realizar actividades, seguido por un monitoreo constante del correcto desempeño ergonómico por parte de los empleados.

12. Lista de Referencias

- Barquera, S. (2002). Respuesta de la Organización Mundial de la Salud al rápido crecimiento de las enfermedades crónicas: reunión de la red de los megapaíses. *Salud Pública De México*, 44(1). doi: 10.1590/s0036-36342002000100014
- Bedoya J, Bonnet J, Araujo M, Ramos E. Síndrome del túnel carpiano en la clínica universitaria San Juan de Dios de Cartagena, Colombia. Perfil epidemiológico, clínico y evaluación terapéutica. *Rev Cien Biomédicas*. 2012; 3(1): 49-57.
- Bengtsson, L., y Ljungstrom, M. (1998). Total, quality management and work organization: Relationship between quality management strategies and work organization in Swedish industrial companies. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 8(4), 351–366.
- Código Sustantivo del Trabajo Artículo 147. Procedimiento de fijacion. (2018). Retrieved from http://leyes.co/codigo_sustantivo_del_trabajo/147.htm
- Código Sustantivo del Trabajo Artículo 147. Procedimiento de fijacion. (2018). Retrieved from http://leyes.co/codigo_sustantivo_del_trabajo/147.htm
- Cruz, J. A. y Garnica, G.A. (2001). Principios de ergonomía. Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Diego-Mas, J. (2018). Método RULA - Rapid Upper Limb Assessment. Retrieved from <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Druker, B. (2014). Productividad laboral: Una realidad. *Nature*, 505(7484), 484-484. doi: 10.1038/505484a
- Dzissah, J., Karwowski, W., Rieger, J. y Stewart, D. (2005). Measurement of Management Efforts with Respect to Integration of Quality, Safety, and Ergonomics Issues in Manufacturing Industry. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*. 15 (2) 213–232.
- Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. 2015 6ª EWCS – España | Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2018). Insht.es. Retrieved 26 April 2018, from <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=ca39133894f9b510VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnextchannel=ac18b12ff8d81110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
- Informe de Enfermedad Profesional en Colombia. (2003). Retrieved from <http://www.istas.net/upload/Enf%20profesional%20Colombia.pdf>
- Jastrzebowski, W.B. (1857). An Outline of Ergonomics, or the Science of Work Based Upon the Truths Drawn from the Science of Nature. *Nature and Industry*. Polonia.(1ª edición en inglés: Varsovia. Central Institute for Labour Protection, 1997).
- Las malas posturas afectan la salud | Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB. (2018). Unab.edu.co. Retrieved 26 April 2018, from <http://www.unab.edu.co/content/las-malas-posturas-afectan-la-salud>

- Llaneza, J. (2009). *Ergonomía y psicología aplicada. Manual para la formación del especialista*. (13va Ed.). España: Lex Nova, S. A.
- MacLeod, E. (1994). *Euan MacLeod*. Richmond, Vic.: Niagara.
- McAtamney, L., & Nigel Corlett, E. (1993). RULA: a survey method for the investigation of workrelated upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24 (2), 91-99. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)
- Miyai, T., Hara, R., Nejima, R., Miyata, K., Yonemura, T., & Amano, S. (2006). Recurrent Pterygium: Author Reply. *Ophthalmology*, 113(8), 1470. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophttha.2006.03.017>
- Mondelo, P. cols. *Ergonomía 4. El trabajo en oficinas*. Alfaomega. México. 2002.
- Murphy, A. (2014). *Scotland Highlands & Islands Handbook*, 6th edition. Bath: Footprint Handbooks Ltd.
- Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. Mc Graw Hill.
- NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial métodos, tiempos y movimientos*. 3ed. México D.F: Ediciones Alfa omega, 1990. P 435.
- Niebel, B., Freivalds, A., & González Osuna, M. (2004). *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Alfaomega.
- OIT. (2000). *Lista de comprobación ergonómica*. Obtenido de http://www.ilo.org/safework/info/instr/WCMS_345646/lang—es/index.htm
- OIT: Organización Internacional del Trabajo. (2001). *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. En J. V. Wolfgang Laurig, *Ergonomía*.
- Pacaud, S. (1974). *La sélection professionnelle*. Paris: Pr. Univ.de France.
- Parra, C (2017). *Análisis ergonómico de las operaciones en el proceso de producción de leche en polvo para los puestos de trabajo en el área productiva de Indunilo S.A.S*. Universidad Pontificia Bolivariana
- Productividad en la construccion. (2011). Retrieved from <https://www.fiic.la/FIIC%20Riviera%20Maya/INCONET%20Productividad%20en%20la%20Construccion%20Mzo2011.pdf>
- Ramírez, C. *Ergonomía y Productividad*. Ed. Limusa. México. 2000. pág.13.
- Ramirez, M. (1991). *Psychotherapy and counseling with minorities*. New York: Pergamon Press.
- Robbins, Stephen, P., & Coulter, M. (2013). *Administración. Un empresario Competitivo*. Mexico: Pearson Educacion, Mexico.
- Renner, J., & L.B. de M. Guimarães, P. d. (2012). A socio-technical approach for improving a Brazilian shoe manufacturing system. *Health Sciences*, 1-9

- Silva, C. L. (2005). Implementación de mejoras a métodos de trabajo dentro del sistema de producción de manufactura modular, y diseño de perfiles para los puestos de trabajo en Industrias Chicco Ltda. Bucaramanga: UIS.
- Siza, H. J. (2012). Estudio ergonómico en los puestos de trabajo del área de preparación de material en Cepeda Compañía Limitada. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Universidad Industrial de Santander. (09 de Agosto de 2011). Programa de epidemiológica para la prevención del riesgo ergonómico en entornos de vigilancia laborales. Obtenido Universidad Industrial de Santander: <https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/talento020humano/SALUDO0200CUPACIONALPROGRAMAS/PGTH.05.pdf>
- Werther, Jr. Keith, D. (2000). Administración de personal y recursos humanos (5ta. Edición). México: McGraw-Hill Internacional.

Anexos

Anexo A. Listado de empresas

Matrícula	Nombre o razón social	Dirección	Matrícula	Nombre o razón social	Dirección
127280	ARGUELLO MUÑOZ LUZ JEANETH	CALLE 20 N 21 - 34	85733	LEAL HALLADO LUZ MARINA	CR. 20 NO. 22-48 B. ALARCON
254552	BROMX S.A.S.	CALLE 15 # 11 B - 35 BARRIO LOS ROSALES	192059	LOPEZ RODRIGUEZ CECILIA	CALLE 51 # 16 - 133 BARRIO SAN MIGUEL
313447	CALZADO D'MANTILLA S.A.S	CL 30 1 135 BRR LA CUMBRE	134548	LOPEZ RODRIGUEZ LUZ MYRIAM	CALLE 51 # 16 - 133
304772	CALZADO GREEN DAY KIDS S.A.S	CALLE 18 # 24 - 46	144892	MALDONADO GALVIS LUIS EDGAR	CARRERA 26 # 18 - 63 BARRIO SAN FRANCISCO
116534	CALZADO KLASSE LTDA	CALLE 15 # 14 - 45 BARRIO GAITAN	128988	MALDONADO PORRAS LUIS EDWIN	CARRERA 17 # 20 - 18
276231	CALZADO SHEBAT S.A.S.	CARRERA 32 # 20 - 64 PISO 2	242728	MOJICA HERRERA ANA DIOCELINA	CARRERA 31 # 17 - 38
107152	CASTRO CONTRERAS ALFONSO	CALLE 48 # 22 - 27 LOCAL 101	94554	MONTOYA CORREA GUILLERMO	CALLE 19 # 17 - 27 BARRIO SAN FRANCISCO
109611	CONTRERAS LEON CRUZ EVELIA	CARRERA 10 # 4 - 65 PISO 2	85030	OCHOA VILLAMIL JAIME ENRIQUE	CALLE 8 # 1105
119627	CORREA BERMUDEZ ROSO	Carrera 14 # 14-27 BARRIO GAITAN	336777	ORTEGA CAMACHO GRISELDA	CALLE 25 # 3 - 34 BARRIO GIRARDOT
334546	CURTIORIENTE S.A.S.	CL 31 12 36	68559	ORTEGA CAMACHO ROMAN	CR. 23 NO. 21-35
285818	ESTRATO SIETE S.A.S.	CARRERA 34 # 109 - 29 BARRIO CALDAS	66347	PORRAS ORTEGA OMAIRA	CR. 26 NO. 18-63
37191	EXPORT ALLIANCE LTDA	CARRERA 22 # 16 - 23 BARRIO SAN FRANCISCO	201425	ROMERO SANCHEZ ANA BENILDA	CARRERA 10 # 4-63
52866	GOMEZ ROMAN LUZ YOLANDA	CL. 20 NO 21-60	90090	ROMERO SANCHEZ ANANIAS	CR. 10 NO. 4-51 Y 4 - 49
315906	GRUPO MODA CLASS S.A.S.	CL 21 22 56	147508	ROMERO SANCHEZ YAQUELINE	CARRERA 15 # 15 - 36
287288	HERRERA CELIS DORIS	CARRERA 24 # 15 - 55	50077	SALAZAR DE VARGAS ANA BEATRIZ	CR. 25 NO. 17-55 SAN FRANCISCO
262275	INDUSTRIAS GALLEGO S.A.S	CARRERA 11 # 1 A - 52 BARRIO SAN RAFAEL	49532	SALAZAR ROMAN DIANA	CL 20 NO. 21-46 BARRIO SAN FRANCISCO
124399	INVERSIONES DELGADO CARRILLO S.A.	CALLE 21 # 20 - 55 BARRIO MUTUALIDAD	125771	SERRANO MENESES CAROLINA	CRA 18 N 14 24
203079	INVERSIONES RHEGUTI SAS	CALLE 20 # 22 - 28	246371	SUEÑOS MODA Y ESTILO S.A.S	CALLE 15 # 24 - 60
93278	LACHE DIAZ WILLIAM	CL. 22 NO. 20-40	260675	ZAGGO SHOES S.A.S	CALLE 15 # 24 - 46 BARRIO SAN FRANCISCO

Lista de comprobación ergonómica

El objetivo de este cuestionario es obtener información suficiente para el desarrollo del proyecto de investigación concerniente a la caracterización de riesgos ergonómicos presentes en los puestos de trabajo principales de la producción de calzado, y su efecto en la productividad global de la empresa.

Para favorecer al desarrollo de este estudio es importante contar con su colaboración, sinceridad y su tiempo dedicado en cada una de las preguntas planteadas, cabe resaltar que la información que se logre recolectar a través de este cuestionario está bajo total confidencialidad y se usará únicamente para fines académicos.

1. Datos del puesto:

- Empresa: _____
- Sección:
 - ☐ Troquelado
 - ☐ Desbaste
 - ☐ Montaje
 - ☐ Terminado y empaque
 - ☐ Otro. _____

2. Datos del trabajador que ocupa el puesto:

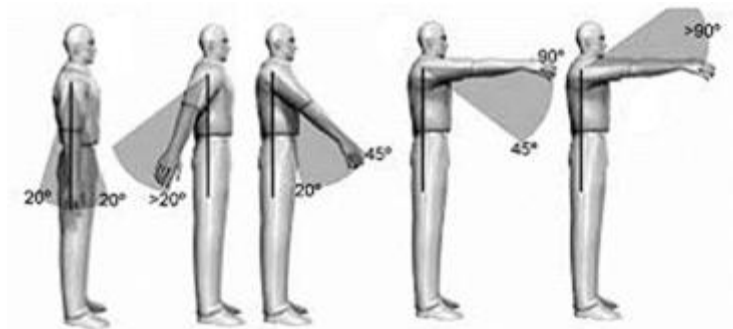
- Nombre del trabajador: _____
- Sexo: ☐ Masculino ☐ Femenino
- Edad: _____
- Antigüedad en el puesto: _____
- Tiempo que ocupa en el puesto por jornada: _____
- Duración de la jornada laboral: _____

3. Extremidades superiores:

3.1 Posición del brazo:

3.1.1 Indique el ángulo de flexión del brazo del trabajador.

- ☐ El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.
- ☐ El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o mas de 20 grados de extensión.
- ☐ El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
- ☐ El brazo está a más de 90 grados de flexión.



3.1.2 Indique además si:

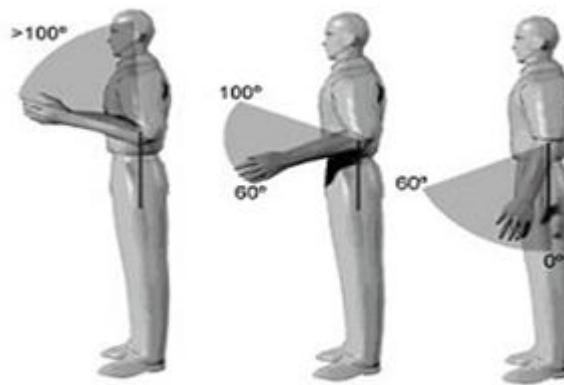
- ☐ El brazo está abducido.
- ☐ El brazo está rotado o el hombro elevado.
- ☐ La carga no está soportada sólo por el brazo, sino que existe un punto de apoyo.



3.2 Posición del antebrazo:

3.2.1 Indique la posición del antebrazo del trabajador.

- ☐ El antebrazo está por encima de 100 grados.
- ☐ El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
- ☐ El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados.



3.2.2 Indique además si:

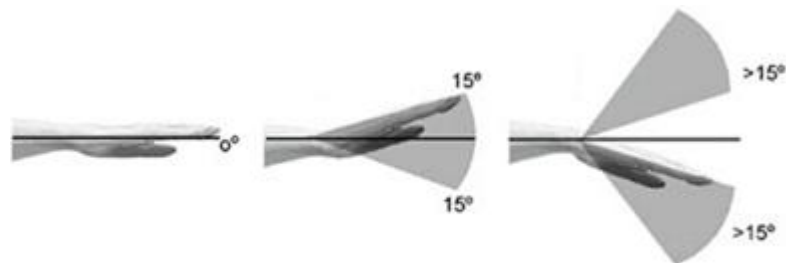
- ☐ Si la proyección vertical del antebrazo se encuentra más allá de la proyección vertical del codo.
- ☐ El antebrazo cruza la línea media del cuerpo.



3.3 Posición de la muñeca:

3.3.1 Indique la posición de la muñeca del trabajador.

- ☐ La muñeca está en posición neutral.
- ☐ La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
- ☐ La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.



3.3.2 Indique además si:

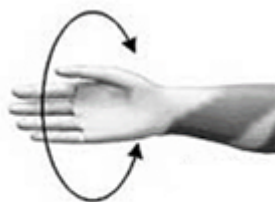
- ☐ La muñeca está en desviación radial o cubital.



3.4 Giro de la muñeca:

3.4.1 Indique la posición de la muñeca del trabajador.

- ☐ La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango medio.
- ☐ La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.



4. Actividad muscular y fuerza extremidades superiores:

4.1 Fuerzas ejercidas:

4.1.1 Indique las fuerzas ejercidas por el trabajador:

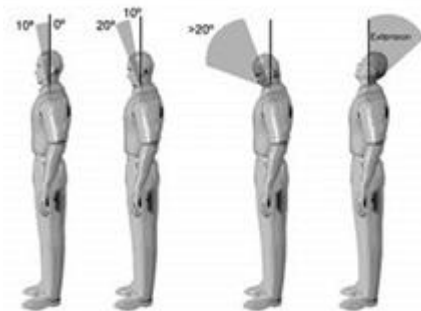
- ☐ La carga o fuerza es menor de 2 kg y se realiza intermitentemente.
- ☐ La carga o fuerza está entre 2 y 10 kg y se realiza intermitentemente.
- ☐ La carga o fuerza está entre 2 y 10 kg ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos.
- ☐ La carga o fuerza es mayor de 10 kg y es aplicada intermitentemente.
- ☐ La carga o fuerza es mayor de 10 kg y requiere una postura estática o movimientos repetitivos.

5. Cuello, tronco y extremidades inferiores:

5.1 Posición del cuello:

5.1.1 Indique la posición del cuello del trabajador:

- ☐ El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión.
- ☐ El cuello está entre 11 y 20 grados de flexión.
- ☐ El cuello está flexionado por encima de 20 grados.
- ☐ El cuello está en extensión.



5.1.2 Indique además si:

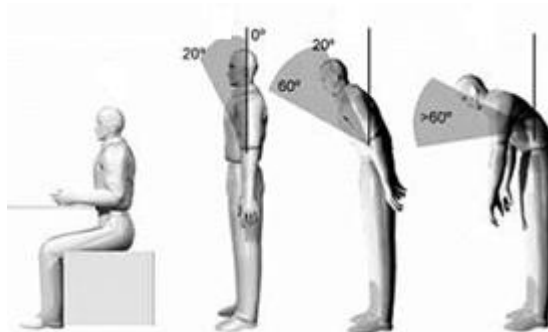
- ☐ El cuello está rotado.
- ☐ El cuello está lateralizado.



5.2 Posición del tronco:

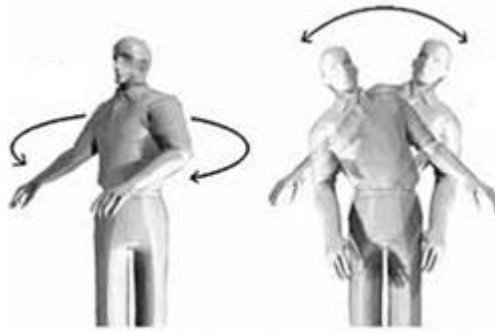
5.2.1 Indique la posición del tronco del trabajador:

- ☐ Postura sentada, bien apoyado y con un ángulo tronco- caderas $>90^\circ$.
- ☐ Tronco flexionado entre 0 y 20 grados.
- ☐ Tronco flexionado entre 21 y 60 grados.
- ☐ Tronco flexionado más de 60 grados.



5.2.2 Indique además si:

- ☐ Tronco rotado.
- ☐ Tronco lateralizado.



5.3 Posición de las piernas:

5.3.1 Indique la posición de las piernas del trabajador:

- ☐ El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados.
- ☐ El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición.
- ☐ Los pies no están bien apoyados o el peso no está simétricamente distribuido.



6. Actividad muscular y fuerza extremidades inferiores:

6.1 Fuerzas ejercidas:

6.1.1 Indique las fuerzas ejercidas por el trabajador:

- ☐ La carga o fuerza es menor de 2 kg y se realiza intermitentemente.
- ☐ La carga o fuerza está entre 2 y 10 kg y se realiza intermitentemente.
- ☐ La carga o fuerza está entre 2 y 10 kg ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos.
- ☐ La carga o fuerza es mayor de 10 kg y es aplicada intermitentemente.
- ☐ La carga o fuerza es mayor de 10 kg y requiere una postura estática o movimientos repetitivos.

6.2 Tipo de actividad:

6.2.1 Indique el tipo de actividad ejercida por el trabajador:

- ☐ Estática (se mantiene más de un minuto seguido).
- ☐ Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto)
- ☐ Ocasional, poco frecuente y de corta duración

Anexo C. Costos de materia prima

Empresa	Calzado klasse	Calzado mascarada	Moda bella sandal's	Fábrica de calzado mandarina	Zaggo shoes
Material directo					
Cuero	\$ 17.720	\$ 18.212	\$ 16.650	\$ 16.820	\$ 17.931
Badana Llama	\$ 6.237	\$ 5.985	\$ 6.123	\$ 6.233	\$ 6.534
Cambrelle	\$ 1.320	\$ 1.354	\$ 1.541	\$ 1.314	\$ 1.325
Hilo	\$ 1.586	\$ 1.479	\$ 1.584	\$ 1.421	\$ 1.398
Cemento Universal	\$ 2.481	\$ 2.640	\$ 2.396	\$ 2.465	\$ 2.750
Falsas	\$ 1.315	\$ 1.863	\$ 1.487	\$ 1.316	\$ 1.428
Ojalillos	\$ 565	\$ 714	\$ 470	\$ 614	\$ 731
Hebillas	\$ 2.750	\$ 3.054	\$ 3.112	\$ 2.351	\$ 2.957
Clavitos de armado	\$ 1.369	\$ 1.727	\$ 1.453	\$ 1.319	\$ 1.156
Tinte para filos	\$ 741	\$ 1.151	\$ 1.135	\$ 624	\$ 797
Tinte mórbido	\$ 1.133	\$ 1.442	\$ 1.280	\$ 976	\$ 1.201
Cera abrillantadora	\$ 602	\$ 883	\$ 792	\$ 614	\$ 657
Suelas	\$ 6.410	\$ 7.057	\$ 6.705	\$ 6.127	\$ 6.483
Total	\$ 44.229	\$ 47.561	\$ 44.728	\$ 42.194	\$ 45.348

Anexo D. Suplementos variables puestos de trabajo

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
		Concepto	Valor
Calzado klasse	Troquelado 1	Por estar de pie	2%
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Nivel de ruido intermitente fuerte	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
		Total	16%

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
		Concepto	Valor
Calzado klasse	Troquelado 2	Por estar de pie	2%
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Nivel de ruido intermitente fuerte	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
		Total	16%

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
		Concepto	Valor
Calzado klasse	Montaje	Trabajo de gran cuidado	2%
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
		Total	14%

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
		Concepto	Valor
Calzado klasse	Terminado	Trabajo de gran cuidado	2%
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
		Total	14%

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
		Concepto	Valor
Calzado mascarada	Desbaste 1	Por estar de pie	2%
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
		Total	14%

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
		Concepto	Valor
Calzado mascarada	Desbaste 2	Por estar de pie	2%
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
		Total	14%

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Moda bella sandal's	Montaje	Concepto	Valor
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado muy inferior al recomendado	5%
		Proceso muy complicado	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		15%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Moda bella sandal's	Terminado 1	Concepto	Valor
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		12%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Fábrica de calzado mandarina	Troquelado	Concepto	Valor
		Por estar de pie	2%
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Nivel de ruido intermitente fuerte	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		16%	

Empresa	Puesto de tra	Suplementos variables	
Moda bella sandal's	Terminado 2	Concepto	Valor
		Posición mole	2%
		Empleo de fu	1%
		Alumbrado in	2%
		Proceso que r	4%
		Monotonía m	1%
		Tedioso	2%
Total			12%

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Fábrica de calzado mandarina	Montaje 1	Concepto	Valor
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Proceso muy complicado	4%
		Monotonía alta	4%
		Tedioso	2%
Total		15%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Fábrica de calzado mandarina	Montaje 2	Concepto	Valor
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Proceso muy complicado	4%
		Monotonía alta	4%
		Tedioso	2%
Total		15%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Zaggo shoes	Terminado 1	Concepto	Valor
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		12%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Zaggo shoes	Terminado 2	Concepto	Valor
		Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Alumbrado inferior al recomendado	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		12%	

Anexo E. Costo materia prima y hora-hombre del puesto de trabajo.

Puesto de trabajo	Salarios pagados por año	Dias pagados mes	Costo materia prima por par de zapatos	% de gasto materia prima puesto de trabajo	Total costo materia prima
Troquelado 1	14	24	\$ 44.229	32%	\$ 14.153,28
Troquelado 2	14	24	\$ 44.229	32%	\$ 14.153,28
Montaje	14	26	\$ 44.229	48%	\$ 21.229,92
Terminado	12	24	\$ 44.229	51%	\$ 22.556,79
Desbaste 1	12	24	\$ 47.561	38%	\$ 18.073,18
Desbaste 2	12	24	\$ 47.561	38%	\$ 18.073,18
Montaje	12	25	\$ 44.728	59%	\$ 26.389,52
Terminado 1	12	26	\$ 44.728	46%	\$ 20.574,88
Terminado 2	12	26	\$ 44.728	46%	\$ 20.574,88
Troquelado	14	25	\$ 42.194	35%	\$ 14.767,90
Montaje 1	14	25	\$ 42.194	42%	\$ 17.721,48
Montaje 2	14	25	\$ 42.194	42%	\$ 17.721,48
Terminado 1	12	24	\$ 45.348	40%	\$ 18.139,20
Terminado 2	12	24	\$ 45.348	40%	\$ 18.139,20

Anexo F. Presentación PowerPoint, acerca de condiciones y posturas adecuadas de trabajo

Anexo G. Ejercicios recomendados para mejorar posición de la cabeza.

Estiramiento de flexión lateral

El estiramiento de flexión lateral ayuda a relajar los músculos de la espalda y el cuello. Para realizar este ejercicio, mueve con suavidad la cabeza hacia un lado para que tu oído se acerque a tu hombro. No levantes el hombro y no provoques tensión en el cuello. Debes sentir un leve tirón en la espalda y el cuello. Mantén el estiramiento en una posición que no cause dolor durante al menos 20 segundos. Repite en cada lado.

Encogimiento de hombros

Este ejercicio se utiliza para fortalecer los músculos superiores de la espalda y lograr una mejor postura con mayor facilidad. Mientras más fuertes sean tus músculos, harás menor presión sobre la columna vertebral. Encoge los hombros con o sin peso (si apenas estás iniciando, debes trabajar hasta que puedas hacerlo con peso adicional). Simplemente deja que tus brazos cuelguen a los lados y lleva lentamente los hombros hacia arriba a una posición de encogimiento de hombros. Mantén la postura durante unos segundos, y regresa lentamente a la posición inicial. Haz de una a tres series de 10 a 15 repeticiones cada una.

Estiramiento de retracción escapular

Este ejercicio también ayuda a aliviar la tensión de la espalda superior y cuello, especialmente los músculos de tus hombros. Comienza por colocar los brazos a los costados, con los codos doblados. Mueve lentamente los brazos hacia atrás para que tus omóplatos se acerquen entre sí. Mantén esta posición durante al menos 20 segundos y repite a menudo.

Ejercicio de fortalecimiento con retracción muscular

Este ejercicio es similar al estiramiento de retracción escapular, pero se hace de tal manera que fortalezca los músculos de la espalda superior y el cuello. Puedes hacer este ejercicio con una máquina de pesas o con una banda de resistencia. Sólo fija la banda alrededor de un objeto fijo y toma un extremo en cada mano. Coloca los brazos a los costados con los codos doblados y jala hacia atrás para que tus escápulas se unan. Mantén esta posición durante sólo un segundo, luego regresa a la posición inicial y repite. Trata de hacer de una a tres series de 10 a 15 repeticiones cada una.

Tomado de: Muy Fitness. (2018). Ejercicios para el síndrome de la posición de cabeza adelantada | Muy Fitness. [online] Available at: https://muyfitness.com/ejercicios-sindrome-posicion-info_20623/

Anexo H. Nuevos suplementos variables.

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Calzado klasse	Troquelado 1	Concepto	Valor
		Por estar de pie	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		10%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Calzado klasse	Troquelado 2	Concepto	Valor
		Por estar de pie	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		10%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Calzado klasse	Montaje	Concepto	Valor
		Trabajo de gran cuidado	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		9%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Calzado klasse	Terminado	Concepto	Valor
		Trabajo de gran cuidado	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		9%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Calzado mascarada	Desbaste 1	Concepto	Valor
		Por estar de pie	2%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		9%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Calzado mascarada	Desbaste 2	Concepto	Valor
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		7%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Moda bella sandal's	Montaje	Concepto	Valor
		Proceso muy complicado	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		7%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Moda bella sandal's	Terminado 1	Concepto	Valor
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		7%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Moda bella sandal's	Terminado 2	Concepto	Valor
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		7%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Fábrica de calzado mandarina	Troquelado	Concepto	Valor
		Por estar de pie	2%
		Empleo de fuerza (5 Kg)	1%
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		10%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Fábrica de calzado mandarina	Montaje 1	Concepto	Valor
		Proceso muy complicado	4%
		Monotonía alta	4%
		Tedioso	2%
Total		10%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Fábrica de calzado mandarina	Montaje 2	Concepto	Valor
		Proceso muy complicado	4%
		Monotonía alta	4%
		Tedioso	2%
Total		10%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Zaggo shoes	Terminado 1	Concepto	Valor
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total		7%	

Empresa	Puesto de trabajo	Suplementos variables	
Zaggo shoes	Terminado 2	Concepto	Valor
		Proceso que requiere amplia atención	4%
		Monotonía moderada	1%
		Tedioso	2%
Total			7%

Anexo I. Plantilla Excel con información correspondiente a la base de datos de las empresas, tabulación de encuestas y aplicación método RULA

Anexo J. Plantilla Excel con información referente a la productividad antes de intervención, y el cálculo de la nueva productividad después de intervención.