

**PROPUESTA DE MEJORA DE PUESTO DE TRABAJO, PARA LA SECCION DE  
SILLETERÍA EN LA EMPRESA COLOMBIANA ENSAMBLADORA DE BUSES**

**CLAUDIA GALINDO BOTACHE**

**SEBASTIÁN DARÍO CANTOR DÍAZ**

**UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA EN SEGURIDAD SALUD TRABAJO**

**TRABAJO DE GRADO**

**BOGOTÁ, D.C.**

**AÑO 2015**

**PROPUESTA DE MEJORA DE PUESTO DE TRABAJO, PARA LA SECCION DE  
SILLETERÍA EN LA EMPRESA COLOMBIANA ENSAMBLADORA DE BUSES**

**CLAUDIA GALINDO BOTACHE**

**SEBASTIÁN DARÍO CANTOR DÍAZ**

**Proyecto de Investigación**

**Lic. Gonzalo Yepes**

**Asesor de proyecto**

**UNIVERSIDAD ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA EN SEGURIDAD SALUD TRABAJO**

**TRABAJO DE GRADO**

**BOGOTÁ D.C.**

**AÑO 2015**

Nota de aceptación \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Firma del presidente del jurado

\_\_\_\_\_

Firma del jurado

\_\_\_\_\_

Firma del jurado

**Bogotá DC, Octubre de 2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la Empresa Colombiana Ensambladora de Buses por permitirnos realizar el proyecto accediendo a su información e instalaciones; y principalmente a nuestras familias, en especial a nuestros padres, hermanos e hijos por todo su apoyo brindado en el transcurso de todo éste ciclo académico, por sus consejos en los momentos de dificultad y por darnos la fortaleza necesaria y perdonar nuestros momentos de ausencia para culminar y lograr este objetivo.

A su vez agradecemos a la docente Patricia Castiblanco quien nos apoyo en la fase inicial del proyecto y a nuestro director de proyecto Gonzalo Yepes por su colaboración, orientación y paciencia para la realización de este trabajo. A la Universidad ECCI, al programa de Especialización en Gerencia de Seguridad y Salud en el Trabajo y a sus docentes por la formación académica durante la especialización.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	10
INTRODUCCIÓN.....	12
1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	13
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	13
3. ANTECEDENTES .....	13
3.1 ESTUDIO ERGONÓMICO EN LAS ACTIVIDADES DE OPERACIÓN DE LAS MÁQUINAS DE FORMADO DE CERCHAS DISCONTINUAS.....	14
3.2 VALORACIÓN DE CARGA POSTURAL Y RIESGO MUSCULOESQUELETICO EN TRABAJADORES DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA .....	19
3.3 PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS ERGONÓMICAS PARA LOS TRABAJADORES DEL ÁREA DE INSERCIÓN Y DESPACHO DE LA COMPAÑÍA ANÓNIMA EL UNIVERSO.....	20
4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	23
4.2 OBJETIVOS ESPECÍCOS .....	23
5. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
5.1 JUSTIFICACIÓN .....	24
6. MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
6.1 MARCO TEÓRICO .....	25
6.1.1 DEFINICIONES ERGONOMIA .....	25
6.1.2 CLASES ERGONOMIA .....	26
6.1.3 ERGONOMIA EN LATINOAMERICA .....	27
6.1.4 METODO DE EVALUACION PARA PUESTOS DE TRABAJO .....	29
6.1.5 COMPOSICIÓN OSEA Y MUSCULAR DEL CUERPO HUMANO.....	35
6.1.6 SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	41
6.1.7 MOTORES ELECTRICOS .....	43
6.1.8 POLEA.....	47
6.2 MARCO CONCEPTUAL .....	49
6.3 MARCO LEGAL.....	57
6.4 MARCO HISTORICO .....	61
6.4.1 TERMINOS Y DEFINICIONES.....	61
6.4.2 ANTECEDENTES Y SURGIMIENTO DE LA ERGONOMIA.....	62
6.4.3 HISTORIA Y EVOLUCION DE LA ERGONOMIA.....	66

6.4.4	HISTORIA DE LA ERGONOMIA EN COLOMBIA .....	68
7	DISEÑO METODOLÓGICO .....	72
7.1	INSTRUMENTOS .....	73
7.1.1	METODO RULA .....	73
7.1.2	PROCEDIMIENTO MÉTODO RULA.....	75
7.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	84
7.3	FASES METODOLÓGICAS .....	84
8	RECURSOS.....	86
8.1	RECURSO HUMANO.....	87
8.2	PRESUPUESTO RECURSOS .....	87
9	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	88
10	APLICACIÓN DEL MÉTODO RULA.....	89
10.1	APLICACIÓN DEL MÉTODO RULA TRABAJADOR NÚMERO 1 .....	89
10.2	APLICACIÓN DEL MÉTODO RULA TRABAJADOR NUMERO 2.....	92
11	RESULTADOS .....	95
11.1	DESCRIPCIÓN PUESTO DE TRABAJO ÁREA SILLETERIA .....	95
11.2	MATRIZ WILLIAM FINE .....	98
11.3	RESULTADOS DE ENCUESTA DE MORBILIDAD SENTIDA .....	100
11.4	MÉTODO RULA .....	102
11.4.1	ESTUDIO TRABAJADOR NÚMERO 1 .....	102
11.4.2	ESTUDIO TARABAJADOR NÚMERO 2 .....	103
11.4.3	ESTUDIO TRABAJADOR NÚMERO 2.....	104
12	PROPUESTA REQUERIMIENTOS PROTOTIPO.....	104
12.1	ORIGEN DE LA PROPUESTA .....	104
12.2	MÁQUINA ACTUAL.....	106
12.3	PROPUESTA PROTOTIPO .....	107
12.3.1	DISEÑO PROTOTIPO.....	107
12.3.2	CÁLCULOS PROTOTIPO .....	108
12.3.3	PARTES, COMPOSICIÓN Y PRESUPUESTO DE LOS REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO .....	109
12.3.4	DESCRIPCION FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO.....	110
	Pasos 1 y 2.....	110
13.	CONCLUSIONES.....	113
14.	RECOMENDACIONES .....	114
15.	REFERENCIAS .....	116
16.	ANEXOS .....	119

## TABLA DE ILUSTRACIONES

“Ilustración 1 Puntuación del método RULA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Ilustración 2 Evolución del análisis de la tarea .....	28
“Ilustración 3 Centros de desarrollo en America Latina .....	29
“Ilustración 4 Métodos de Evaluación Ergónomica .....	31
“Ilustración 5 Esquema de los huesos y músculos de la mano.....	36
“Ilustración 6 Esquema del codo.....	37
“Ilustración 7 Esquema de la estructura ósea y muscular del brazo.....	37
“Ilustración 8 Esquema de los músculos de la espalda .....	39
“Ilustración 9 Esquema de los músculos del cuello .....	40
“Ilustración 10 Estructura rodilla .....	41
“Ilustración 11 Línea de tiempo SST en Colombia.....	60
“Ilustración 12 Tabla 1: puntuación del brazo .....	75
“Ilustración 13 Tabla 2: Modificaciones sobre la puntuación del brazo .....	76
“Ilustración 14 Tabla 3: Puntuación del antebrazo.....	76
“Ilustración 15 Tabla 4: Moficación de la puntuación del antebrazo.....	77
“Ilustración 16 Tabla 5: Puntuación de la muñeca.....	77
“Ilustración 17 Tabla 6: Modificación de la puntuación de la muñeca .....	78
“Ilustración 18 Tabla 7: Puntuación del giro de la muñeca.....	78
“Ilustración 19 GRUPO B: Puntuaciones para las piernas, el tronco y el cuello.....	79
“Ilustración 20 Puntuación adicional para el cuello .....	79
“Ilustración 21 Puntuación del tronco .....	80
“Ilustración 22 Puntuación adicional del tronco.....	80
“Ilustración 23 Puntuación de las piernas.....	81
“Ilustración 24 Puntuación global ambos grupos .....	81
“Ilustración 25 Puntuación global para los miembros del grupo B.....	82
“Ilustración 26 Adicional por fuerzas ejercidas .....	82
“Ilustración 27 Tabla puntuaciones finales .....	83
“Ilustración 28 Tabla aplicación método RULA.....	83
“Ilustración 29 Tabla recomendaciones aplicación método RULA .....	84
“Ilustración 30 Recurso Humano .....	87
“Ilustración 31 Presupuesto Recursos .....	87
“Ilustración 32 Diagrama Gantt .....	88
“Ilustración 33 Puntuación tabla A .....	89
“Ilustración 34 Puntuación tabla B.....	90
“Ilustración 35 Puntuaciones Adicionales.....	90
“Ilustración 36 Puntuación tabla C.....	91
“Ilustración 37 Fotografías Trabajador Número 1 ejecutando el dobléz .....	91
“Ilustración 38 Puntuación tabla A .....	92
“Ilustración 39 Puntuación tabla B .....	93
“Ilustración 40 Puntuaciones Adicionales .....	93
“Ilustración 41 Puntuación tabla C .....	94
“Ilustración 42 Fotografías Trabajador 2 ejecutando el dobléz.....	94
“Ilustración 43 Descripción actividades del área de silletería .....	97
“Ilustración 44 Matriz de riesgos bajo Método William Fine .....	100

“Ilustración 45 Resultados Estudio Trabajador Número 1 .....	102
“Ilustración 46 Resultados Estudio Trabajador Número 2.....	103
“Ilustración 47 Máquina actual .....	106
“Ilustración 48 Prototipo .....	107
“Ilustración 49 Cálculos para determinar la fuerza del motor.....	108
“Ilustración 50 Partes y composición requerimientos prototipo .....	109
“Ilustración 51 Presupuesto Requerimientos Prototipo .....	109
“Ilustración 52 Pasos 1 y 2 .....	110
“Ilustración 53 Pasos 3, 4, 5 y 6 .....	110
“Ilustración 54 Paso 7.....	111
“Ilustración 55 Paso 8.....	112

## **TABLA DE ANEXOS**

“ANEXO 1. Encuesta de Morbilidad Sentida 1 .....	119
“ANEXO 2. Fotografías Máquina actual .....	124
“ANEXO 3. Formato de consentimiento informado .....	125

## **RESUMEN**

El enfoque general de este proyecto fue generar mejoras para la empresa COLOMBIANA ENSAMBLADORA DE BUSES con una perspectiva Biomecánica Ocupacional; mediante la identificación de los riesgos laborales que comúnmente se presentan en la sección de silletería específicamente en la tarea del doblado de tubos para los espaldares de las sillas.

Mediante la aplicación del método RULA se identificaron los principales riesgos laborales de tipo musculoesquelético mediante la observación en el puesto de trabajo de posturas de los operarios, tiempos, e interacción máquina operario ;aquí se seleccionaron las posturas que principalmente adoptan los trabajadores para realizar la tarea y a partir de ello se elaboró el diseño de un prototipo de máquina eléctrica con el fin de minimizar los riesgos identificados en la aplicación del método RULA, tomando como prioridad y objetivo fundamental mejorar las condiciones en la que los empleados desempeñan sus actividades laborales. Para lograr el objetivo fue indispensable investigar los problemas relacionados con el tema de seguridad y salud en el trabajo en la sección de silletería, así como la interacción existente entre el operario y su puesto de trabajo.

Fundamentados en el estudio anteriormente mencionado se evidenció que el personal del área realiza un esfuerzo físico considerable para poder operar la máquina dobladora de tubos, generando movimientos no apropiados que pueden llegar a convertirse en lesiones de tipo musculoesquelético. Las actividades repetitivas y transporte de cargas que diariamente experimentan los operarios del área de producción sección de silletería mediante los procesos de dobles de tubería, se han evidenciado algunos síntomas de dolores y malestar en los operarios en el área de la cabeza, cuello, espalda y cintura, debido a la posición incorrecta y esfuerzo que los operarios tienen que hacer al momento de realizar el giro en la máquina dobladora, se resalta que esta actividad la tienen que realizar estando de pie lo cual ocasiona más esfuerzo en la actividad. Adicional a los riesgos anteriormente mencionados también se pudo evidenciar otro tipo de riesgos como físicos y locativos.

Complementando lo anteriormente dicho, cabe aclarar que las fuentes utilizadas en este proyecto se basaron en documentos, artículos, leyes, decretos y procedimientos actualmente vigentes y aplicables en el área de Seguridad y Salud en el trabajo que garantizan el bienestar y seguridad del empleado.

## **INTRODUCCIÓN**

Actualmente Colombia cuenta con una considerable cantidad de empresas constituidas, según los estudios realizados por el Ministerio de la protección social y con ayuda de la Pontificia Universidad Javeriana, arrojaron como resultado que las enfermedades de tipo musculoesqueléticas, son unas de las causas principales de la morbilidad profesional; y que tiende a aumentar con el pasar del tiempo donde se afectan los miembros superiores e inferiores de la humanidad de los trabajadores. Por ello se desarrollaron las GATISO, Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional enfocadas en diferentes afectaciones que puede sufrir el cuerpo humano como lo son: Hombro Doloroso, Enfermedad Discal, Enfermedad Lumbar inespecífica, Desordenes Musculoesqueléticos entre otros, para el manejo de promoción, prevención, detección y tratamiento de éstos padecimientos.

Es importante que las empresas se enfoquen y se asesoren mediante la medicina del trabajo y la salud en el trabajo para prevenir, realizar el diagnóstico precoz, generar el tratamiento y la rehabilitación adecuada para el control de las diferentes enfermedades Musculoesqueléticas padecidas por los trabajadores como consecuencia del desarrollo de sus actividades laborales.

Es por ello, que se vio la necesidad de realizar el estudio sobre los factores de riesgos biomecánicos en el puesto de trabajo de la sección de silletería, específicamente en la tarea de doblado de tubería para espaldares de sillas en la Empresa Colombiana Ensambladora De Buses ubicada en la ciudad de Bogotá, con el fin de identificar riesgos biomecánicos y proponer mejoras que beneficien la salud de los trabajadores y a la organización.

## **1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**

Propuesta de mejora de puesto de trabajo, para la sección de silletería en la Empresa Colombiana Ensambladora de Buses

## **2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La silletería forma parte fundamental de la estructura y modelo de vehículos de transporte urbano e intermunicipal; el proceso de fabricación determina el estilo de las sillas y tipo de cada vehículo. Actualmente en el proceso de doblado de los tubos que determina la estructura de la silla y la conformación de las mismas, sin embargo éste proceso presenta falencias dentro del desarrollo y el diseño de las actividades y es posible que en un futuro puedan causarle problemas biomecánicos a los trabajadores, debido a los movimientos y esfuerzos que realizan donde su desenlace pueden terminar en una enfermedad laboral o un accidente de trabajo, afectando la salud física y mental del trabajador. Así mismo esto le puede acarrear problemas legales a la empresa por no garantizar un adecuado ambiente de trabajo para que sus colaboradores desempeñen las labores por las cuales fueron contratados.

### **2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Qué recomendaciones debería implementar la Empresa Colombiana Ensambladora de Buses en el área de silletería para mitigar, prevenir o reducir el riesgo de tipo biomecánico?

## **3. ANTECEDENTES**

Para el presente trabajo se cuenta con estudios que se han realizado para la evaluación de puestos de trabajo respecto a los riesgos que se ven expuestos los trabajadores de las industrias metalmecánica y operativa.

### **3.1 ESTUDIO ERGONÓMICO EN LAS ACTIVIDADES DE OPERACIÓN DE LAS MÁQUINAS DE FORMADO DE CERCHAS DISCONTINUAS.**

Este estudio fue realizado en Venezuela en el año 2008

“El estudio ergonómico de puestos de trabajo permite lograr satisfacción, calidad y productividad en el desarrollo de las actividades, de allí se deriva la importancia de la presente investigación, que tiene como objetivo general proponer mejoras en las actividades de preparación, operación y supervisión de las máquinas formadoras de cerchas discontinuas, sobre la base de principios ergonómicos. La misma se desarrolló en las instalaciones de la empresa DERIVADOS SIDERÚRGICOS, C. A., perteneciente al sector metalmecánico. El estudio se llevó a cabo diagnosticando la situación actual en la sección de formado de cerchas, evaluando el nivel de riesgo, estableciendo las propuestas de mejoras y valorando técnicamente su factibilidad. Se aplicaron técnicas tales como: observación directa, tormenta de ideas, entrevistas no estructuradas, el método William Fine y el método RULA

**Evaluación del riesgo disergonómico a través del metodo rula:** El método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) (Universidad Politécnica de Valencia, 2008) fue desarrollado para evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo disergonómico que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas, actividad estática del sistema musculoesquelético, entre otros. Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas son fundamentalmente angulares, las mismas, pueden realizarse directamente sobre el trabajador. No obstante, es posible emplear fotografías del trabajador adoptando la postura estudiada y medir los ángulos sobre éstas, como se hizo en el presente estudio. La puntuación asignada está determinada por el grado de severidad, o exposición al riesgo, mientras mayor sea la puntuación, más riesgosa resulta la posición adoptada. A efectos de evaluar los riesgos a través del método RULA, solo se utilizó la posición de apilado de cerchas, considerada como postura crítica, ya que ésta posee la mayor carga disergonómica, por ser ejecutada manualmente, además de las posturas incómodas adoptadas y la

repetitividad de movimientos realizados. El método divide el cuerpo humano en dos grandes grupos, en los cuales se determinan las puntuaciones respectivas

**Puntuación del método RULA asociada al valor del ángulo y la parte del cuerpo asociada**

GRUPO	MIEMBRO	Pts.	Posición / Valor del Angulo
GRUPO A	Brazo	1	desde 20° de extensión a 20° de flexión
		2	extensión > 20° o flexión entre 20° y 45°
		3	flexión entre 45° y 90°
		4	flexión mayor de 90°
	Antebrazo	1	flexión entre 60° y 100°
		2	flexión < 60° o mayor a 100°
	Muñeca	1	si está en posición neutra respecto a flexión
		2	flexionada o extendida entre 0° y 15°
		3	flexión o extensión mayor a 15°
GRUPO B	Cuello	1	flexión entre 0° y 10°
		2	flexión entre 10° y 20°
		3	flexión mayor de 20°
		4	si esta extendido
	Tronco	1	sentado y bien apoyado
		2	flexionado entre 0° y 20°
		3	flexionado entre 20° y 60°
		4	flexionado mas de 60°
	Piernas	1	sentado con piernas apoyadas
		1	de pie con peso simétricamente distribuido
		2	si no se cumple cualquiera de las anteriores

**Ilustración 1, Puntuación del método RULA**

**Fuente: (Estudio, 2008)**

Del análisis con el método RULA se obtuvieron las puntuaciones siguientes del grupo A: para el brazo una puntuación de dos (2), para el antebrazo una puntuación de uno (1) y para la muñeca una puntuación de tres (3). Para el grupo B, se obtuvieron los siguientes resultados: para el cuello una puntuación de uno (1), ya que se encuentra en una posición neutra, para el tronco una puntuación de tres (3), postura medianamente crítica y para las piernas una puntuación de uno (1). Todos estos valores son evaluados para determinar las puntuaciones globales tanto para el grupo A, como para el grupo B, las cuales fueron tres (3) y tres (3) respectivamente, estas puntuaciones se ven afectadas por el peso de la carga

manipulada, la cual es de aproximadamente 15,32 Kg. (Datos suministrados por el Departamento de Producción). Por lo que el método RULA sugiere sumar dos (2) puntos adicionales a cada valor, obteniendo así las puntuaciones C de cinco (5) puntos, y la D cinco (5) puntos, esto determina que desde el punto de vista ergonómico, tanto las extremidades inferiores, como las superiores, el tronco y el cuello están expuestas a un factor de riesgo disergonómico equivalente. Finalmente se obtiene una puntuación global del método de seis (6) puntos, la cual de permite determinar que el factor de riesgo asociado es de tres (3) puntos, considerado como moderado, donde se requiere un rediseño de la tarea. (Universidad Politécnica de Valencia, 2008).

**Mejoras en cuanto a ergonomía:** Partiendo del estudio de tiempo realizado, se pudo observar que durante el proceso de formado de cerchas discontinuas existen actividades que se desarrollan por un tiempo prolongado en sedestación (sentado), como son la operación de la máquina de soldadura de estribos a la cercha, y los intervalos de descanso tanto del trabajador que realiza el apilado del producto, como del operador del troquel. Se debe resaltar que para sentarse estos trabajadores utilizan implementos y asientos improvisados, los cuales no cuentan con un espaldar, por lo que no brindan el apoyo suficiente a la columna vertebral, sus dimensiones son muy reducidas y no proporcionan el soporte necesario para el tronco y las extremidades inferiores del trabajador. Además el asiento del operador de la soldadora de estribos a la cercha es muy alto, propiciando que el trabajador incline más el cuello para prestar atención a la operación de la máquina. Es por ello que se propone colocar sillas con espaldar, que posean dimensiones tales que sirva de mejor apoyo tanto para la columna vertebral, como para el tronco y las extremidades inferiores.

**Mejoras en cuanto al desarrollo de la actividad:** Además de lo anterior, tomando en cuenta los resultados de las diferentes herramientas de evaluación de riesgos utilizadas, se plantea hacer un estudio de factibilidad tanto a nivel técnico como económico, que permita establecer la automatización de la actividad de apilado de cerchas discontinuas, a fin de evitar la exposición a los agentes de riesgo disergonómico por parte de los trabajadores que desarrollan esta actividad. Esta mejora consiste en retomar un proyecto de fabricación de un

sistema de apilado automático, desarrollado en su totalidad con mano de obra de la empresa, y el asesoramiento técnico de personal especializado.

**Mejoras para el lugar de trabajo:** Aunado a las mejoras anteriores, tomando en cuenta las observaciones realizadas en el sitio de trabajo, y la información suministrada por los trabajadores del área, se pudo apreciar que, el trabajador que opera y ordena los estribos en el troquel esta sometido a vibraciones propiciando el desarrollo de enfermedades ocupacionales y trastornos a nivel dorsolumbar, además, el piso de la plataforma donde labora es muy irregular, propiciando el riesgo de caídas de un mismo nivel. Es por ello que se propone colocar un revestimiento de goma al piso de esta plataforma, el cual además de reducir y prevenir el riesgo de caídas, es un material que absorbe vibraciones, reduciendo así la exposición del trabajador a este agente de riesgo. Por otro lado, el operador que manipula y vigila el correcto funcionamiento de la máquina soldadora de estribos a la cercha, además de estar en contacto directo con la máquina, su ubicación para desarrollar las actividades es muy cercana a los electrodos de la soldadora, bajo estas condiciones el trabajador esta expuesto sobremanera al contacto con partículas en suspensión, es decir, las virutas calientes que salen despedidas directamente del proceso de unión, realizado por soldadura de electropunto de los estribos a la estructura de la cercha. Es por ello que a fin de reducir el riesgo asociado a esta actividad, se recomienda la colocación de una pantalla acrílica sobre los electrodos, la cual además de proteger al trabajador de las partículas calientes que salen despedidas de la máquina, permita la supervisión del proceso de una forma segura, evitando que el trabajador quede expuesto al contacto directo con estas partículas.

**Conclusiones:** El propósito del estudio fue el de crear un plan de mejoras con el fin de reducir a un mínimo aceptable los factores de riesgo asociados a las actividades de preparación, operación y supervisión de las máquinas formadoras de cerchas discontinuas, para lo cual fue necesario realizar un análisis basado en criterios de ergonomía. Luego de realizar las visitas respectivas al sitio de trabajo, de recolectar la información pertinente, aplicar las herramientas de Ingeniería de Métodos y de evaluación de riesgos respectivas, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- A través de la información recolectada en el Servicio Médico de la empresa referente a los análisis de morbilidad, se pudo evidenciar la existencia de un caso de cambios degenerativos con reducción de espacio intervertebral en seis (6) meses de estudio, de lo cual se dedujo que el desarrollo de las San Cristóbal, Venezuela June 2-5, 2009 5th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology WE1- 10 actividades de preparación, operación y supervisión de las máquinas formadoras de cerchas, generan la exposición de los trabajadores a un riesgo disergonómico a nivel de miembros superiores.

- Estudiando esta actividad desde el punto de vista de la Ingeniería de Métodos, mediante la realización del estudio de tiempos y el Diagrama hombre – maquinas, se pudo determinar el tiempo de exposición al riesgo de los trabajadores del área. Además, se pudieron identificar discrepancias al comparar los tiempos de actividad de los trabajadores, con los de las máquinas, las cuales afectaban la productividad de la ejecución de esta actividad.

- Mediante el análisis de riesgo disergonómico realizado por la metodología RULA, se logró el levantamiento de índices de severidad del riesgo asociado a la actividades desarrolladas, los cuales evidenciaron la necesidad de rediseñar la tarea, encontrando como postura crítica la adoptada al momento de apilar el producto terminado, en la cual el trabajador esta sometido a un factor de riesgo equivalente tanto para los miembros superiores, como inferiores. Por otro lado, el Método William Fine, califica el factor de severidad de riesgo como moderado, con lo cual se requiere adoptar medidas que permitan mejorar las condiciones de trabajo. Estas medidas forman parte del plan de mejoras propuesto.

- La evaluación de la factibilidad técnica y económica se llevó a cabo a través de una tormenta de ideas, en la cual participaron representantes de todos los niveles de la organización, incluyendo la alta gerencia y los trabajadores del área. A partir de esta metodología se pudo determinar que todas las propuestas son factibles a nivel técnico y económico, pero su aplicación se llevará a cabo en forma gradual en función de los resultados que se obtengan. Finalmente, se debe resaltar que es de vital importancia continuar y profundizar los estudios realizados, a fin de evaluar continuamente las mejoras,

y los resultados obtenidos a partir de la implementación de las mismas, esto contribuirá al mejoramiento continuo de los métodos de trabajo y al progreso del sistema de Seguridad y Salud Laboral actual”<sup>1</sup>

### **3.2 VALORACIÓN DE CARGA POSTURAL Y RIESGO MUSCULOESQUELETICO EN TRABAJADORES DE UNA EMPRESA METALMECÁNICA**

“El presente trabajo es un estudio de corte transversal dirigido a aplicar un método para cuantificar los riesgos posturales en una industria metalmecánica y establecer los valores básicos en los puestos de trabajo que pudieran relacionarse en el futuro con desordenes musculo esqueléticos de estos trabajadores. Para ello se utilizo el método REBA ( RAPIDA EVALUACION DEL CUERPO ENTERO) en 18 trabajadores con edad promedio 46 años, 14 años de antigüedad laboral en los diferentes puestos expuestos a riesgos musculo esqueléticos. Las puntuaciones REBA obtenidas revelaron altos porcentajes de niveles de riesgo en la mayoría de puestos; 8 trabajadores (44,44%) con edades entre 49 y 58 años presentaron valores muy altos y 2 trabajadores con edades entre 59 y 68 años valores medios. La clasificación de la puntuación REBA total por segmentos corporales permitió determinar que existe diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ), para todos los segmentos corporales. Hubo correlación estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ] entre los niveles de REBA y las variables ambientales ruido, Vibración, Bipedestación, sobreesfuerzo y carga mental lo cual pudiese implicar la posibilidad de reducir los riesgos aplicando métodos que mejoren los ambientes laborales.”<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Dpto. de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de sucre., 2008, Estudio Ergonómico En Las Actividades De Operación De Las Máquinas De Formado De Cerchas Discontinuas., <http://www.laccei.org/LACCEI2009-Venezuela/p112.pdf>

<sup>2</sup> María Montiel, 2006, Valoración de carga postural y riesgo musculo esquelético en trabajadores de una empresa metalmecánica, Maracaibo, Venezuela

### **3.3 PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS ERGONÓMICAS PARA LOS TRABAJADORES DEL ÁREA DE INSERCIÓN Y DESPACHO DE LA COMPAÑÍA ANÓNIMA EL UNIVERSO**

“El presente trabajo de investigación tiene como propósito identificar y evaluar los factores de riesgo ergonómico, en el área de Inserción y Despacho de Compañía Anónima El Universo para disminuir las quejas y molestias musculoesqueléticas de los trabajadores y aumentar su productividad. Se puede decir que en esta área no hay evidencia alguna de una evaluación de los factores de riesgos ergonómicos presentes en el lugar de trabajo. En vista de esto, se decidió llevar a cabo una evaluación ergonómica mediante el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment), ya que es un método práctico de aplicación y evaluación. Dado que la mayoría de las actividades productivas que se realizan en el área de Inserción y Despacho son de tipo manual, lo que representa una demanda física alta para los Auxiliares del área que las realizan, por lo tanto son los más expuestos a los riesgos ergonómicos. Para el desarrollo de esta investigación fue necesario, la observación directa al trabajador de las tareas que realiza, al mismo tiempo se capturaron imágenes durante el desarrollo de sus actividades por medio de video y fotografía que luego fueron utilizadas para la aplicación del método de evaluación ergonómica, y por último fueron facilitados los Índices de Morbilidad que permitieron argumentar el problema. Se concluye de esto que, el nivel de riesgo ergonómico de los Auxiliares de Inserción y Despacho, está en el nivel de riesgo calificado como menor y medio (Puntuación Final 4 y 5) y un Nivel de Actuación 2 y 3, que nos indica que se necesitan cambios y rediseño de las tareas. Por lo tanto se presentaron recomendaciones para mitigar y minimizar los problemas ergonómicos encontrados.

#### **Problema:**

El presente trabajo de investigación será desarrollado en el área de Inserción y Despacho de Compañía Anónima El Universo donde actualmente laboran alrededor de 50 personas, la mayor parte de ellos en la parte operativa y son los que están mucho más expuestos a los riesgos ergonómicos.

El presente trabajo de investigación se enfocara en los factores de riesgo ergonómico presente en los puestos de trabajo del área. Este estudio también pretende entregar evidencia del área de trabajo en cuestión de ergonomía, aportando información de los diferentes factores de riesgo ergonómicos y las molestias musculo-esqueléticas que se presentan, sirviendo de respaldo para proponer un plan de mejoras ergonómicas.

**Metodología:** Como se ha mencionado anteriormente las labores que se realizan en el área de inserción y despacho de CAEU son de forma manual (alrededor de 50 personas) y el uso de mano de obra es intenso. Los empleados realizan sus actividades en posiciones incómodas lo que incide en se presenten molestias músculo-esqueléticas y que se fatiguen mayormente y por ende el trabajo sea menos eficiente. Con estos argumentos se ve necesario realizar mejoras ergonómicas. La metodología que se va a utilizar en la elaboración de este estudio para la identificación de los factores de riesgo ergonómico que se presentan en el área de inserción y despacho del CAEU es mediante la observación de las actividades que se realizan endicha área de trabajo, Introducción y Fundamentación del Problema 9 xxiv también se hará un análisis de las molestia musculo-esqueléticas con los índices de morbilidad que será facilitado por el departamento médico de la empresa, con la información que proporcionará la empresa y la visita física a las instalaciones se procederá a elaborar plan de mejoras ergonómicas factibles de implementar. Dentro de los métodos más conocidos y utilizados para la evaluación de riesgos ergonómicos están: OWAS, RULA, REBA, LEST, NIOSH, JSI, OCRA, GINSHT entre otros.

**Objetivo:** Identificar y evaluar factores de riesgo ergonómico, en los puestos de trabajo que afectan el desempeño laboral de los Trabajadores del área de inserción y despacho de Compañía Anónima El Universo, para elaborar un plan de mejoras ergonómicas.

**Resultados:** El método RULA se aplicó a los auxiliares del área, dado que son los más expuestos a los riesgos ergonómicos, ya que en todas sus actividades es inherente la realización de diferentes posturas; entre ellas posturas forzadas que generan fatiga y a largo plazo pueden ocasionar problemas en el sistema músculo esquelético. El método RULA cuantifica el nivel de riesgo por medio de una puntuación final y propone medidas de

corrección según niveles de actuación como se observa en el cuadro N°15. El nivel de riesgo ergonómico viene dado por la puntuación final obtenida que es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones músculo esqueléticas. Los niveles de actuación son una orientación sobre las decisiones a tomar tras el análisis del puesto. Para efectos de mejor comprensión a continuación se han clasificado las puntuaciones finales y el nivel de riesgo como: Aceptable, Menor, Medio y Mayor (Bernal-Juarez-2011).

### **Conclusiones:**

Hoy en día, el Ingeniero Industrial está obligado a conocer y aplicar los principios de la ergonomía tanto al diseñar como al perfeccionar el puesto de trabajo o la actividad del trabajador. no puede desconocer los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los trabajadores, dado que este profesional es un diseñador y optimizador de puestos de trabajo, y no es posible diseñar puestos de trabajo sin el conocimiento de las técnicas ergonómicas modernas, pues la ergonomía es una disciplina científica, técnica y de diseño que estudia al hombre en relación con su ambiente laboral, para dotarle un buen entorno de trabajo que le permitan incrementar su productividad y su bienestar laboral.

Los trastornos músculo-esqueléticos pueden aumentar los costos de operación. Estos costos pueden incluir servicios médicos, Análisis y Diagnóstico del Problema 84 seguro de compensación del trabajador, ausentismo, pérdida del trabajador entrenado y entrenamiento del nuevo empleado.

También puede sufrir la productividad, la calidad del producto y la moral del trabajador. Por lo que al reducir este tipo de trastornos el empleador se beneficia en función del ahorro que puede percibir al no incurrir en este tipo de costos.

Según la evaluación ergonómica por el método RULA, el nivel de riesgo ergonómico de los Auxiliares de Inserción y Despacho, está en el nivel de riesgo calificado como menor y medio (Puntuación Final 4 y 5) y un Nivel de Actuación 2 y 3, que nos indica que se necesita cambios y rediseño de las tareas.

Las tareas que para los trabajadores representan mayor nivel de riesgo de padecer lesiones músculo-esqueléticas de acuerdo al método RULA son: Trasladar los bultos de periódicos a la banda transportadora, dada la distancia y la excesiva carga. Colocar los insertos comerciales en el diario, dada la mala postura de trabajo por la inadecuada mesa de trabajo.

-Para disminuir el nivel de riesgo ergonómico, no solo se debe hacer cambios o rediseñar el puesto de trabajo, también es importante capacitar a los trabajadores para realizar las tareas de forma correcta.

La empresa cuenta con un Departamento de Seguridad Industrial, pero se evidencio una debilidad, como es la falta del Recurso Humano, ya que solo cuenta con una persona en este Departamento, Análisis y Diagnóstico del Problema 85 haciendo la carga de trabajo muy elevada para esta persona, considerando el número de trabajadores de la empresa.”<sup>3</sup>

## **4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Generar una propuesta de reducción de riesgos biomecánicas en el puesto de trabajo del área de sillettería de la Empresa Colombiana Ensambladora de Buses.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍCOS**

- Caracterizar las condiciones actuales del área de sillettería mediante la descripción del puesto de trabajo, identificando los riesgos a través de la matriz de riesgos del área y ejecutando una encuesta de morbilidad sentida a la población de trabajadores.

---

<sup>3</sup> Loor Claderon, 2014, Propuesta De Un Plan De Mejoras Ergonómicas Para Los Trabajadores Del Área De Inserción Y Despacho De La Compañía Anónima El Universo, <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4785/1/Tesis-Elton%20Loor%20Calderon.pdf>

- Identificar los riesgos biomecánicos a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores al ejecutar las actividades del puesto de trabajo de silletería, mediante la aplicación del Método RULA.
- Plantear los requerimientos para un prototipo de la máquina que permita mejorar las condiciones del puesto de trabajo

## **5. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1 JUSTIFICACIÓN**

El crecimiento industrial de los últimos años abre las puertas a un mercado que se encontraba poco explorado; creando la necesidad de generar nuevos diseños que permitan la rápida satisfacción de las necesidades del mercado.

De esta forma es fundamental para las empresas plantearse procesos productivos que le permitan cumplir con dichos requerimientos, cumplir con la normatividad vigente y que a su vez le permitan realizar optimización de sus procesos, generando un ambiente saludable para los trabajadores evitando posibles accidentes y enfermedades, reduciendo costos y tiempos que le permitan a la empresa competir en el creciente mercado, manteniéndose a la vanguardia de los desarrollos tecnológicos.

Al realizar éste proyecto, se buscó mejorar la calidad de vida de cada uno de los colaboradores que están relacionados con el proceso de fabricación.

Este estudio tuvo como objetivo mejorar el proceso de fabricación de silletería para los buses, proporcionando las condiciones laborales adecuadas del puesto de trabajo, de esta forma el trabajo de los operarios relacionados será más productivo en la línea de trabajo. Generando de esta forma considerables mejoras en el proceso productivo. y prevención de enfermedades laborales y accidentes de trabajo

El especialista en gerencia en seguridad y salud en el trabajo, tiene una formación que le capacita para el ejercicio profesional en la práctica total de las áreas de la empresa, tanto en la resolución de los problemas técnicos planteados, como en el diseño e implementación de nuevas estrategias, técnicas y tecnologías en la organización. En ésta etapa de formación es vital aplicar todos los conceptos adquiridos a lo largo de la especialidad, siendo esta la oportunidad de dar inicio al desarrollo de aportes funcionales y asertivos, demostrando así las capacidades, habilidades, y competencias adquiridos para el mejoramiento de los procesos de la sección de silletería de la Empresa Colombiana Ensambladora de Buses a nivel seguridad y salud en el trabajo.

¿Qué recomendaciones debería implementar la Empresa Colombiana Ensambladora de Buses en el área de silletería para mitigar, prevenir o reducir el riesgo de tipo biomecánico?

## **6. MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN**

### **6.1 MARCO TEÓRICO**

#### **6.1.1 DEFINICIONES ERGONOMIA**

“Existen un gran número de definiciones de ergonomía, pero la base de este concepto se fundamenta en que: La ergonomía es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo”<sup>4</sup>

A continuación se nombraran las definiciones más conocidas para este concepto:

- International Ergonomics Association (IEA): “Ergonomía, conocida también como Human Factors, es la disciplina científica relacionada con la interacción entre los hombres y la tecnología”<sup>5</sup>
- Sociedad de Ergonomía de Lengua Francesa (SELF): “es la adaptación del trabajo al hombre” y “la utilización de conocimientos científicos relativos al hombre y

---

<sup>4</sup> ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT, 2015, LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO - ERGONOMÍA

<sup>5</sup> international ergonomics association, 2015, ergonomics, <http://www.iea.cc/>

necesarios para concebir herramientas, máquinas y dispositivos que puedan ser utilizados con el máximo de confort, de seguridad y eficacia para el mayor número posible de personas.”<sup>6</sup>

- Asociación Española de Ergonomía (AEE): “Ciencia aplicada de carácter multidisciplinar que tiene como finalidad la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, para optimizar su eficacia, seguridad y confort.”<sup>7</sup>
- Ergonomics Research Society-, Inglaterra (ERS) : “ La Ergonomía es estudio de la relación entre la persona y su trabajo, maquinas y ambiente, y en particular la aplicación de los conocimientos de anatomía, fisiología y psicología y los problemas surgidos de esta relación”<sup>8</sup>

### 6.1.2 CLASES ERGONOMIA

- Ergonomía Cognitiva: La ergonomía cognitiva (o como también es llamada 'cognoscitiva') se interesa en los procesos mentales, tales como percepción, memoria, razonamiento, y respuesta motora, en la medida que estas afectan las interacciones entre los seres humanos y los otros elementos componentes de un sistema.

Los asuntos que le resultan relevantes incluyen carga de trabajo mental, la toma de decisiones, el funcionamiento experto, la interacción humano-computadora (por ejemplo, la ley de Fitts), la confiabilidad humana, el stress laboral y el entrenamiento y la capacitación, en la medida en que estos factores pueden relacionarse con el diseño de la interacción humano-sistema.

---

<sup>6</sup> Gabriela Isabel Cuenca, 2015, ergonomía para empresas, [http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados\\_apuntes\\_conceptos\\_basicos\\_ergonomia.pdf](http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_conceptos_basicos_ergonomia.pdf)

<sup>7</sup> ugt. Programa técnico en prevención de riesgos laborales, 2015, modulo 10 y 11- ergonomía y psicopsicología.

<sup>8</sup> Bustamante. A. Ergonomía, 2004, antropometría e indeterminación. Ecole athenaeum, architecture & design. Lausanne, suisse

El desarrollo de la Ergonomía cognitiva en español se ha beneficiado del trabajo del autor español José Cañas (CAÑAS, José. Ergonomía Cognitiva: El Estudio del Sistema Cognitivo Conjunto. Universidad de Granada).

- Ergonomía Física o química: La ergonomía física se preocupa de las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas humanas en tanto que se relacionan con la actividad física.

Sus temas más relevantes incluyen posturas de trabajo, sobreesfuerzo, manejo manual de materiales, movimientos repetidos, lesiones músculo-tendinosas (LMT) de origen laboral, diseño de puestos de trabajo, seguridad y salud ocupacional.

- Ergonomía Organizacional: La Ergonomía Organizacional se preocupa por la optimización de sistemas socio-técnicos incluyendo sus estructuras organizacionales, las políticas y los procesos.

Son temas relevantes a este dominio los factores psicosociales del trabajo, la comunicación, la gerencia de recursos humanos, el diseño de tareas, el diseño de horas laborables y trabajo en turnos, el trabajo en equipo, el diseño participativo, la ergonomía comunitaria, el trabajo cooperativo, los nuevos paradigmas del trabajo, las organizaciones virtuales, el teletrabajo y el aseguramiento de la calidad la ergonomía”.<sup>9</sup>

- 

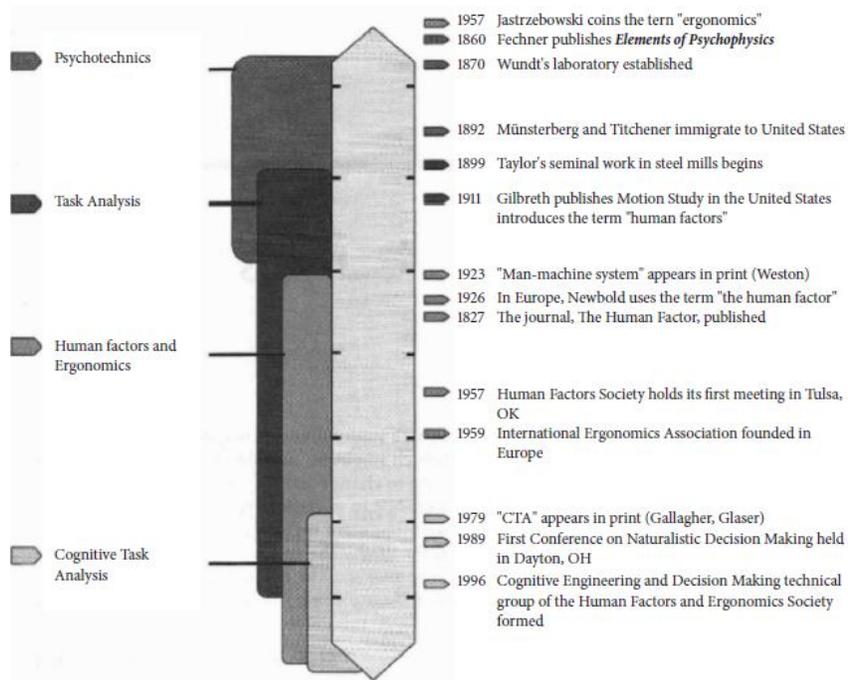
### **6.1.3 ERGONOMIA EN LATINOAMERICA**

“La ergonomía ha sufrido varios cambios a través de la historia desde sus inicios fundamentados por el agrónomo polaco Woitej Yastembowsky hasta este siglo. A continuación se muestra la línea del tiempo con los acontecimientos más representativos:

---

<sup>9</sup> cristina camacho, 2015, ergonomía

## Evolución del análisis de la tarea



**Ilustración 2. Evolución del análisis de la tarea**

**Fuente: (Gomes, 2014)**

El diagrama muestra la base del análisis del trabajo desde sus orígenes el nuevo siglo, especialmente en los cursos de ingeniería de fabricación que son contribuciones solidas a la evolución de la ergonomía en el siglo pasado, pero se puede decir con certeza razonable que el método utilizado en la formación de ingeniero, y gran parte de los ergónomos está excesivamente centrada en el análisis de la dimensión de la ergonomía física, es insuficiente y tiene que evolucionar para incorporar nuevas y complejas dimensiones de la actividad humana, como lo es la dimensión de la ergonomía física, es insuficiente y tiene que evolucionar para incorporar nuevas y complejas dimensiones de la actividad humana, como lo es la dimensión cognitiva, según el brutal desarrollo tecnológico actual.

Observando las perspectivas de la ergonomía en América Latina, se evidencia que ha surgido un gran desarrollo, sin embargo es importante seguir trabajando en el avance e inclusión de todas las compañías en un programa que garantice la salud y el bienestar de los

trabajadores. A continuación se muestra los lugares en América Latina que han trabajado en el tema de ergonomía. »<sup>10</sup>

### Centros de desarrollo en América Latina

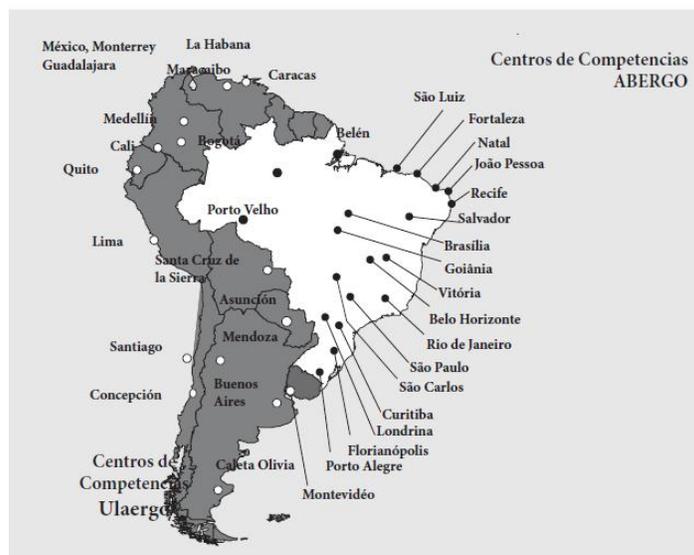


Ilustración 3. Centros de desarrollo en América Latina

Fuente: (Gomes, 2014)

#### 6.1.4 METODO DE EVALUACION PARA PUESTOS DE TRABAJO

“Existen en la bibliografía multitud de métodos que permiten evaluar puestos de trabajo desde el punto de vista ergonómico. Pueden realizarse diversas clasificaciones de los mismos atendiendo distintos criterios como el grado de generalidad o especificidad del método, el aspecto ergonómico evaluado, el nivel de complejidad de su aplicación o el grado de precisión en la evaluación. En cualquier caso, los métodos de evaluación más extendidos pretenden facilitar y sistematizar una tarea de por sí compleja. Cada puesto de trabajo posee unas condiciones particulares que, además, varían en función del trabajador que los ocupa. Los métodos de evaluación son procedimientos generales, y por lo tanto necesariamente imprecisos, creados para ser aplicados cuando se cumple una serie de requisitos en su aplicación, en el aspecto que se quiere evaluar y en el puesto de trabajo

<sup>10</sup> José Orlando Gomes, 2014, el papel de la ergonomía en el cambio de las condiciones de trabajo: perspectivas en América latina

específico que se quiere valorar. Así pues, es requisito indispensable para su correcta aplicación conocer detalladamente el método empleado, los condicionantes para su uso, su grado de precisión y la fiabilidad de los resultados que ofrece. Sin embargo, la información original sobre un método en particular es muchas veces inaccesible para el evaluador. En general, los investigadores que desarrollan los métodos de evaluación publican sus resultados en revistas científicas especializadas en lengua inglesa. Los evaluadores, quienes en definitiva son los que hacen uso de los métodos, suelen carecer de los medios o conocimientos para acceder a esta información, obteniéndola de fuentes alternativas que, en muchas ocasiones, ofrecen datos incompletos o equivocados tras múltiples interpretaciones. El presente trabajo trata de conocer la “usabilidad” de los métodos de evaluación ergonómica de puestos de trabajo a través de la experiencia de los evaluadores. Se persigue conocer el perfil aproximado del evaluador, su grado de experiencia en el ámbito de la ergonomía y la prevención de riesgos laborales, y su opinión respecto a la calidad de la información que posee sobre los métodos que aplica, la versatilidad de los métodos de evaluación y su dificultad de aplicación,”<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Universidad ECCI, Pilar Andrea Poveda Vargas, Angela Ludibia Reyes Parra, 2015, Estudio Sobre Los Factores De Riesgos Ergonómicos En Los Puestos De Trabajo Con Video Terminales En Las Oficinas De Yokogawa Colombia Sas. (Ysaco) En La Ciudad De Bogotá.

Tabla 1. Métodos de evaluación ergonómica

Nombre	Descripción breve	Ventajas	Desventajas
BIOMECÁNICA	BIOMECÁNICA realiza evaluaciones biomecánicas de esfuerzos estáticos a partir de la postura adoptada, la carga y la frecuencia y duración de los esfuerzos. Permite conocer el riesgo de sobrecarga por articulación, la carga máxima recomendable, y la estabilidad de la postura.	1 Permite la aplicación de procedimientos propios de la biomecánica que permiten una evaluación más detallada y específica del riesgo. 2 Evalúa si un esfuerzo en una determinada postura puede provocar sobrecarga en alguna estructura del aparato locomotor.	1 Procedimientos bastante más complejos; 2 El análisis se complica en la medida en que tengamos que considerar variadas articulaciones; 3 La necesidad de conocer la longitud, el peso y la posición del centro de gravedad de cada uno de los segmentos corporales.
LCE	LCE es una lista de comprobación (Lista de Verificación) de principios ergonómicos básicos aplicados a 128 ítems que propone intervenciones ergonómicas sencillas y de bajo coste, permitiendo aplicar mejoras prácticas a condiciones de trabajo ya existentes.	1 Análisis sistematizado y soluciones prácticas a problemas particulares; 2 Se puede seleccionar los puntos de comprobación que sean de aplicación a un lugar de trabajo concreto; 3 Ofrece soluciones prácticas y de bajo coste a los problemas ergonómicos.	1. No recomendado para grandes empresas; 2 Ambiguo, a criterio del evaluador.
JSI	JSI evalúa los riesgos relacionados con las extremidades superiores (mano, muñeca, antebrazo y codo). A partir de datos semi-cuantitativos ofrece un resultado numérico que crece con el riesgo asociado a la tarea.	1 Evalúa el riesgo de desarrollar desórdenes musculoesqueléticos en tareas en las que se usa intensamente el sistema mano-muñeca; 2 Las variables intensidad del esfuerzo y postura mano-muñeca tratan de valorar el esfuerzo físico.	1 Tres de las variables de las seis establecidas son medidas subjetivamente basándose en las apreciaciones del evaluador; 2 el procedimiento no considera vibraciones o golpes en el desarrollo de la tarea.
RULA	El método RULA permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas y actividad estática del sistema musculoesquelético.	1 Evalúa posturas concretas; 2 El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. 3 Permite priorizar los trabajos que deberán ser investigados.	1. Interrumpe la actividad del trabajador.

NIOSH	La ecuación revisada de NIOSH permite identificar riesgos relacionados con las tareas en las que se realizan levantamientos manuales de carga, íntimamente relacionadas con las lesiones lumbares, sirviendo de apoyo en la búsqueda de soluciones de diseño del puesto de trabajo para reducir el estrés físico derivado de este tipo de tareas.	1 Obtiene como resultado el peso máximo recomendado; 2 Los resultados intermedios sirven de apoyo al evaluador para determinar los cambios a introducir en el puesto para mejorar las condiciones del levantamiento	1 No recomendado para carga estática.
LEST	El método LEST evalúa las condiciones de trabajo, tanto en su vertiente física, como en la relacionada con la carga mental y los aspectos psicosociales. Es un método de carácter general que contempla de manera global gran cantidad de variables que influyen sobre la calidad ergonómica del puesto de trabajo.	1 Tiene en cuenta diferentes variables del ambiente; 2 Considera 16 variables: entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempo de trabajo	1 No se profundiza en cada uno de los aspectos generales; 2 No puede aplicarse a la evaluación de cualquier tipo de puesto.
OWAS	OWAS es un método sencillo y útil destinado al análisis ergonómico de la carga postural. Basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea.	1 Para cada Categoría de riesgo el método establece una propuesta de acción, indicando en cada caso la necesidad o no de rediseño de la postura y su urgencia; 2 Los valores del riesgo calculados para cada posición permite al evaluador identificar aquellas partes del cuerpo que soportan una mayor incomodidad	1 El método no contempla el cálculo del riesgo para la carga soportada
EPR	EPR (evaluación postural rápida) le permite valorar, de manera global, la carga postural del trabajador a lo largo de la jornada. El método está pensado como un primer examen de las posturas del trabajador que indique la necesidad de un examen más exhaustivo.	1 El método mide la carga estática considerando el tipo de posturas que adopta el trabajador y el tiempo que las mantiene, proporcionando un valor numérico proporcional al nivel de carga	1 No es en sí un método que permita conocer los factores de riesgo asociados a la carga postural; 2 EPR no evalúa posturas concretas si no que realiza una valoración global de las diferentes posturas adoptadas y del tiempo que son mantenidas.
G-INSHT	G-INSHT es un método para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. Permite identificar las tareas o situaciones donde existe riesgo no tolerable, y por tanto deben ser mejoradas o rediseñadas, o bien requieren una valoración más detallada.	1 El método completa sus recomendaciones con las indicaciones que al respecto recogen el Comité Europeo de Normalización; 2 El método parte de un valor máximo de peso recomendado, en condiciones ideales, llamado Peso teórico; 3 Proporciona resultados que orientan al evaluador sobre el riesgo asociado a la tarea a partir de información de fácil recopilación.	1 El método considera que existe "manipulación manual de cargas", sólo si el peso de la carga supera los 3Kg; 2 El método está diseñado para la evaluación de puestos en los que el trabajador realiza la tarea "De pie"
REBA	El método REBA permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar desórdenes traumáticos acumulativos debido a la carga postural dinámica y estática.	1 El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas; 2 Permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas; 3 Considera un nuevo factor que valora si la postura de los miembros superiores del cuerpo es adoptada a favor o en contra de la gravedad	1. Interrumpe la actividad del trabajador.

**Ilustración 4. Métodos De Evaluación Ergonómica**

**Fuente: (ECCI, 2015)**

**Encuesta de morbilidad sentida:** “La encuesta de morbilidad es de utilidad para:

- Apreciar la magnitud de la patología en un área
- Planear servicios de atención de la salud por el conocimiento de los grupos más importantes

La encuesta de morbilidad recoge directamente los datos de una muestra de población, cuando una idea global por referencia de la patología en la población, incluyendo en forma aleatoria a las personas que consulta o no, tomando tanto la demanda satisfecha y la potencial, es decir, la demanda total.

Las encuestas de morbilidad representan entonces la demanda total de servicios de atención médica que necesita una población y no solamente la atención de que goza un grupo seleccionado que alcanza a recibir beneficios de los servicios médicos.

En realidad no basta una sola encuesta de morbilidad, que es únicamente representativa de la enfermedad en la población en un momento dado, sino que el trabajador en salud necesita este recurso en forma seriada, rápida y sencilla. Esta encuesta debe contener los datos exclusivamente necesarios de manera que permita obtener rápidamente la información de utilidad, ya que una encuesta sofisticada no solo aumente el costo de operación, sino que atrasa seriamente y complica la obtención de la información deseada.

Encuesta de prevalencia: Es un tipo más específico de encuesta de morbilidad. El estudio de prevalencia es de utilidad para:

- Formulación de hipótesis de causalidad
- Planeación de servicios médicos
- Medición de la magnitud de una o de un conjunto de eventos epidemiológicos en una comunidad.

En las encuestas de prevalencia por tratarse de un corte en la población, la enfermedad se puede presentar en cualquiera de las etapas de su curso.

El estudio de prevalencia incluye en su corte, no sólo la enfermedad sino el estudio de los factores de riesgo con el fin de establecer su asociación con la enfermedad.

Este estudio trata de establecer una relación entre uno o más factores de riesgo con la enfermedad sin escoger grupos testigos. Dicha relación se hace en forma a de corte, de tal manera que no se puede determinar la secuencia de tiempo que transcurre entre las primeras influencias del factor de riesgo y la enfermedad, pero si se puede establecer la asociación entre estas dos variables. Necesitará de posteriores estudios o de la evidencia de otros estudios anteriores para establecer un tipo de asociación causal.

En un estudio de este tipo que trata de establecer la relación entre dos eventos, como por ejemplo, el nivel de colesterol, como factor de riesgo, y la arterioesclerosis, como efecto o enfermedad, los pasos a seguir son los siguientes:

En primer lugar, se definen los eventos. Se establecen los criterios para el diagnóstico, n segundo lugar, se relacionan los dos eventos entre sí en las categorías en que ambos tienen mayor exposición, y en otras, de interés para un evento o el otro, para establecer algún tipo de asociación.

Las relaciones encontradas entre estos dos eventos servirán de base para formular hipótesis de causalidad y hacer otros estudios observacionales para la prueba de la hipótesis deducida a partir de este primer ensayo.

**Estudio de una población:** Al tomar una muestra representativa en el estudio de una población en un área dada, con un tamaño adecuado a la frecuencia del evento que se estudia, la distribución de dicho evento en esta muestra es similar a la de la población que se toma de referencia.

Se en esta muestra se estudian además mecanismos causales, entre dos o más eventos se puede hacer inferencia o generalizar las conclusiones a la población de referencia.

La distribución del evento puede ser determinada en forma idéntica para todos los sujetos o unidades que entren en el estudio, o puede hacerse por categorías de variables del estudio. Como ejemplo, se pueden hacer categorías por grupos de edad, por sexo, por condiciones socioeconómicas, por lugar de residencia, por nacionalidad, por región y otras categorías en

la muestra, con el fin de comparar la distribución de frecuencia del evento en grupos de edad, o socioeconómicos y otros, y ver de cada subgrupo cual tiene la tasa o proporción específica más alta.

Aquel evento epidemiológico tratado antes puede ser un efecto y, en esta circunstancia su distribución en dicha muestra representativa es similar a la de la población de la referencia.

El evento puede ser un factor de riesgo, también su distribución es similar a la de la población general, lo mismo que otros factores presentes en la muestra.

Sin embargo, este estudio, tal como se presente, permitirá además hablar de asociación, por ejemplo, de un factor de riesgo con un efecto presente. La muestra con respecto a un factor de riesgo Fr, pudiera ser clasificada en dicotomía Fr +, Fr – lo mismo con respecto a un efecto E, ser clasificada en E+, E”<sup>12</sup>

### **6.1.5 COMPOSICIÓN OSEA Y MUSCULAR DEL CUERPO HUMANO**

“El cuerpo humano contiene más de 650 músculos individuales fijados al esqueleto, que proporcionan el impulso necesario para realizar movimientos. Estos músculos constituyen alrededor del 40% del peso total del cuerpo. El punto de unión del músculo con los huesos o con otros músculos se denomina origen o inserción. Generalmente, los músculos están unidos por resistentes estructuras fibrosas denominadas tendones. Estas uniones conectan una o más articulaciones, y el resultado de la contracción muscular es el movimiento de las articulaciones. El cuerpo se mueve principalmente por grupos musculares, no por músculos individuales. Estos grupos de músculos impulsan todo tipo de acciones, desde enhebrar una aguja hasta levantar objetos pesados.

#### **Miembros superiores**

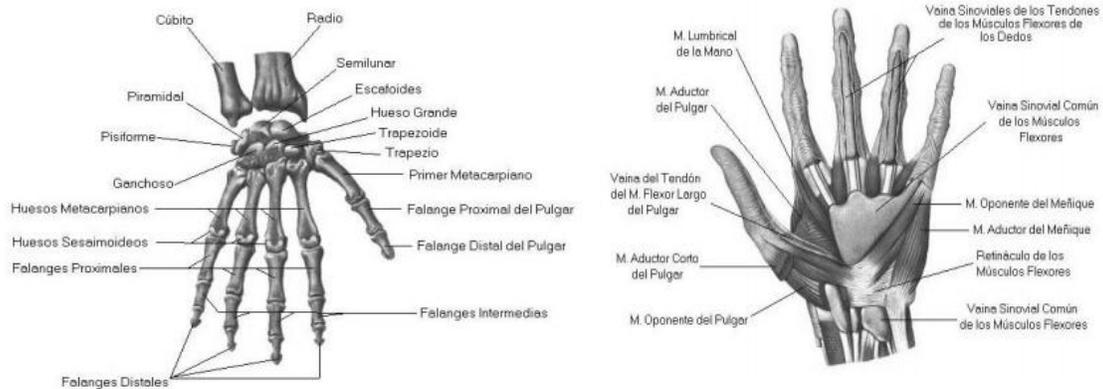
**Manos:** Las manos son dos intrincadas partes del cuerpo humano, prensiles y con cinco dedos cada una, unidas a la extremidad del antebrazo y que comprenden desde la muñeca

---

<sup>12</sup> Kahl-Martin Colimon, 1990, Libro Fundamentos De Epidemiología edita Díaz de Santos S.A, Madrid - España

inclusive hasta la punta de los dedos. Son el principal órgano para la manipulación física del medio. La punta de los dedos contiene algunas de las zonas con más terminaciones nerviosas del cuerpo humano, son la principal fuente de información táctil sobre el entorno, por eso el sentido del tacto se asocia inmediatamente con las manos

### “Esquema de los huesos y los músculos de la mano



**Ilustración 5. Esquema de los huesos y los músculos de la mano**

**Fuente: (Junta, 2008)**

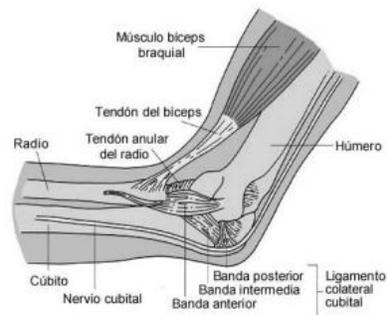
#### **Muñeca:**

Es la parte del cuerpo humano en donde se articula la mano con el antebrazo. La muñeca tiene ocho huesos (los huesos carpianos), dispuestos en dos grupos de cuatro. Estos huesos encajan en una pequeña cavidad formada por los huesos del antebrazo el radio y el cúbito, si bien es de resaltar que el cúbito no se articula verdaderamente con ninguno de los huesos de la muñeca. Bajo la cara inferior del cúbito se encuentra el ligamento triangular de la muñeca, que sí se articula con los huesos. x Los huesos de la fila proximal son, de fuera hacia adentro: el escafoides, el semilunar, el piramidal y el pisiforme. x Los huesos de la fila distal son, de fuera hacia adentro: el trapezio, el trapezoide, el grande y el ganchoso.

#### **Codo**

Parte posterior y prominente de la articulación del brazo con el antebrazo. Está formado por dos articulaciones con ligamentos laterales, anteriores y posteriores, que las estabilizan y refuerzan, y se encuentran recubiertas por una cápsula articular común.

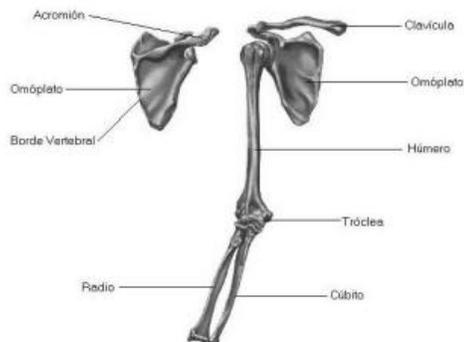
### “Esquema del codo



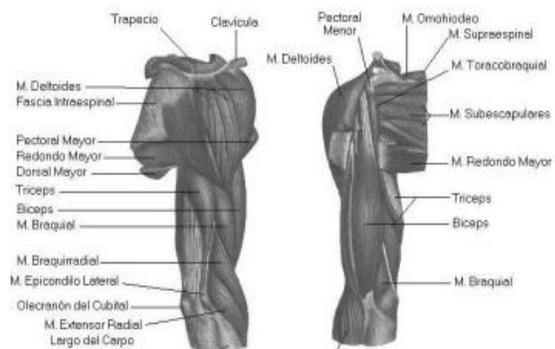
**Ilustración 6. Esquema del codo**  
**Fuente: (Junta, 2008)**

**Brazo:** Miembro del cuerpo que comprende desde el hombro hasta el codo. El esqueleto del brazo consta de un sólo hueso: el húmero, un hueso largo, par, no simétrico que ofrece un cuerpo y dos extremos. Los huesos de los miembros superiores comienzan con el hombro formado por la cintura escapular, de forma triangular aplanada, y por la clavícula, situada delante de la anterior, que es larga y curvada. La articulación del hombro es muy móvil, lo que permite mover el brazo en todas las direcciones, esta articulación junto con la de la cadera es una de las más importantes en el cuerpo humano. El antebrazo, parte comprendida entre el codo y la muñeca, está formado por dos huesos, el radio y el cúbito. El radio termina en el codo con articulación y el cúbito presenta (en correspondencia con el codo) un saliente que no permite al antebrazo plegarse cuando está distendido en línea recta con el brazo. Con los dos huesos del antebrazo se articula en su parte inferior la mano.

### ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA ÓSEA DEL BRAZO



### ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA MUSCULAR DEL BRAZO



**Ilustración 7. Esquema de la Estructura ósea y muscular del brazo**  
**Fuente: (Junta, 2008)**

**Hombro:** Parte del cuerpo donde se une el brazo con el torso. Está formado por tres huesos: la clavícula, el omóplato y el húmero; así como por músculos, ligamentos y tendones. Posee cinco articulaciones: tres verdaderas y dos falsas o fisiológicas. Su flexibilidad y fortaleza nos permite hacer toda clase de funciones.

## **Lumbares**

**Espalda:** Parte posterior del cuerpo humano, desde los hombros hasta la cintura. Esta opuesta al pecho y su altura viene dada por la columna vertebral o espina dorsal. Su anchura va en función de la caja torácica y los hombros.

Cómo es y cómo funciona la espalda

Básicamente, la espalda sirve para:

1. Sustener el cuerpo y permitir su movimiento.
2. Contribuir a mantener estable el centro de gravedad, tanto en reposo como, sobre todo, en movimiento.
3. Proteger la médula espinal en una envuelta de hueso.

Para poder sostener el peso del cuerpo, la espalda tiene que ser sólida. Está compuesta por huesos muy resistentes y músculos potentes. Para permitir el movimiento, la columna vertebral tiene que ser flexible. Por eso no está compuesta por un gran hueso sino por 33 vértebras separadas, dispuestas una encima de otra y sostenidas por un sistema de músculos y ligamentos.

#### ESQUEMA DE LOS MÚSCULOS DE LA ESPALDA



**Ilustración 8. Esquema de los músculos de la espalda**  
**Fuente: (Junta, 2008)**

Para contribuir a mantener estable el centro de gravedad, la contracción de musculatura de la espalda actúa como un contrapeso que compensa los movimientos del resto del cuerpo. Para actuar así, la musculatura tiene que ser potente. Para proteger la médula espinal, las vértebras tienen una forma especial; un agujero en su centro por el que discurre la médula.

### **Cervicales**

Al cráneo le sigue la columna vertebral que está formada por las vértebras. Las vértebras son una serie de anillos colocados sobre todo de manera que el orificio central de cada una se corresponda con el del superior y el del inferior, de tal manera que en el centro de la columna vertebral existe una especie de conducto por el cual pasa la médula espinal, órgano nervioso de fundamental importancia. La articulación que se interpone entre una vértebra y la vértebra siguiente permite la movilidad de toda la columna vertebral, garantizando a ésta la máxima resistencia a los traumas. Entre una vértebra y otra existen los discos cartilagosos, que sirven para aumentar la elasticidad del conjunto y atenuar los efectos de eventuales lesiones. Las vértebras son 33 y no son todas iguales; las inferiores tienen mayor tamaño porque deben ser más resistentes para realizar un trabajo mayor. Las primeras siete vértebras se denominan cervicales; la primera se llama atlas y la segunda axis. A las cervicales les siguen doce vértebras dorsales que se continúan a través de las

costillas y se unen al esternón cerrando la caja torácica mediante los cartílagos costales, protegiendo los órganos contenidos en el tórax: corazón, pulmones, bronquios, esófago y grandes vasos. La columna vertebral continúa con las cinco vértebras lumbares. A éstas siguen otras cinco vértebras soldadas entre sí, que forman el hueso sacro y, por último, las últimas cuatro o cinco, rudimentarias, casi siempre soldadas entre sí, que toman el nombre de coxis o hueso caudal.



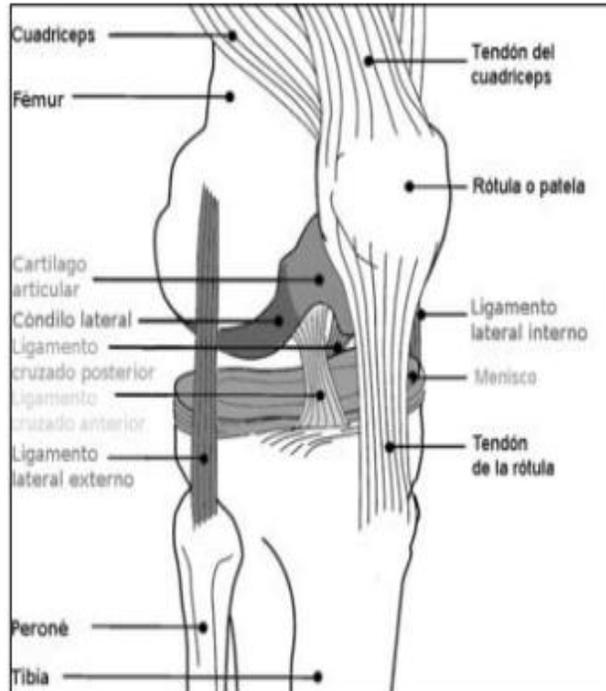
**Ilustración 9. Esquema de los músculos del cuello**  
**Fuente: (Junta, 2008)**

## Miembros inferiores

**Rodilla:** La rodilla es una articulación compleja, que une el muslo con la pierna y se puede dividir a su vez en dos articulaciones. Es una articulación sinovial o diartrosis, compuesta debido a que conecta el fémur y la tibia en una articulación bicondilea y el fémur y la rotula en una articulación trocoidea o en silla de montar. Es una articulación uniaxial (hace movimiento de flexoextensión en un eje latero-lateral) pero posee una rotación conjunta en el momento en que la rodilla está llegando a su máxima extensión. Es vulnerable a lesiones

graves y al desarrollo de artrosis, ya que las extremidades inferiores soportan casi todo el peso del cuerpo.”<sup>13</sup>

### Estructura rodilla



**Ilustración 10. Estructura rodilla**  
**Fuente: (Junta, 2008)**

#### 6.1.6 SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Es la ciencia que se ocupa de identificar, evaluar, controlar y minimizar los agentes de riesgo que originan accidentes dentro de las industrias, mediante el uso y aplicación de técnicas cuya finalidad específica es preservar la integridad físico-mental del trabajador, incrementar la producción y reducir costos, propiciando así la ejecución de un trabajo seguro.

**Seguridad Industrial:** Es un conjunto de principios, leyes, criterios y normas formuladas, cuyo objetivo principal es controlar el riesgo de accidentes y daños tanto a las personas como a los equipos y materiales que intervienen en el desarrollo de toda actividad

---

<sup>13</sup> Junta de acción castilla y león, 2008, Manual de trastornos Musculoesqueléticos, España, Pag. 15-23

productiva, es decir minimizar condiciones inseguras y actos inseguros; valiéndose de técnicas especializadas tales como:

- Prevención de accidentes
- Prevención y extinción de incendios
- Seguridad física
- Protección ambiental
- Primeros auxilios

Cuando la seguridad industrial se establece, se desarrolla y se cumple un programa, se puede asegurar lo siguiente:

- Se mejora las relaciones entre empleados
- Se mantienen las condiciones físicas y mentales del personal
- Se aumenta la eficiencia y el respeto mutuo
- Se mejoran las relaciones y resultados de producción y productividad
- Se hacen más eficientes, eficaces y más agradables las labores de supervisión.
- Se estimula la labor en equipo y el compañerismo.
- Se garantiza una mejor y mayor identificación entre los que dirigen y los que son dirigidos.

**Seguridad y Salud en el Trabajo:** Es la disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Tiene por objeto mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, así como la salud en el trabajo, que conlleva la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones.

**Sistema de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo SG-SST:** El Sistema de Gestión de la Seguridad y salud en el Trabajo SG –SST consiste en el desarrollo de un proceso lógico por etapas basado en la mejora continua, y que incluye la política, la planificación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora, con el objetivo de

anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y salud en el trabajo.

### **6.1.7 MOTORES ELECTRICOS**

“Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica mediante interacciones electromagnéticas. Algunos motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en eléctrica funcionando como generadores.

Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías.

Los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electromán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo así propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente por un conductor produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha.

Clasificación de los motores eléctricos:

- Motor de Corriente Continua (CC): se utiliza en casos en los que es importante el poder regular continuamente la velocidad del motor. Este tipo de motor debe de tener en el rotor y el estátor el mismo número de polos y el mismo numero de

carbones. Los motores de corriente directa pueden ser de tres tipos: serie, paralelo y mixto

- Motor de Corriente Alterna (CA): son aquellos motores eléctricos que funcionan con corriente alterna. Un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.
- Motores asíncronos y síncronos: Los motores asíncronos (motores de inducción), basan su funcionamiento en el efecto que produce un campo magnético alterno aplicado a un inductor o estátor sobre un rotor con una serie de espiras sin ninguna conexión externa sobre el que se inducen unas corrientes por el mismo efecto de un transformador.

Por lo tanto, en este sistema solo se necesita una conexión a la alimentación, que corresponde al estátor, eliminándose, por lo tanto, el sistema de escobillas que se precisa en otros tipos de motores.

Los motores síncronos están constituidos por un inducido que suele ser fijo, formando por lo tanto el estátor sobre el que se aplica una corriente alterna y por un inductor o rotor formado por un imán o electroimán que contiene un cierto número de pares de polos magnéticos. El campo variable del estátor hace girar al rotor a una velocidad fija y constante de sincronismo que depende de la frecuencia alterna aplicada. De ello deriva su denominación de síncronos.

- Motores de colector: el problema de la regulación de la velocidad en los motores de corriente alterna y la mejora del factor de potencia han sido resueltos de manera adecuada con los motores de corriente alterna de colector. Según el número de fases de las corrientes alternas para los que están concebidos los motores de colector se clasifican en monofásicos y polifásicos, siendo los primeros los más utilizados. Los motores monofásicos de colector más utilizados son los motores en serie y los motores de repulsión.”<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> INGENIATIC, 2015 , Motor Eléctrico <http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/527-motor-el%C3%A9ctrico>

**Caballo de fuerza:** “Unidad de medida de potencia, perteneciente al Sistema de medición inglés con el nombre horsepower. Su símbolo es HP.

**Origen:** Un caballo de fuerza es una unidad de medida inventada por James Watt en el año 1782. La historia refiere que Watt trabajaba con caballos pony, que se empleaban para subir carbón de las minas. Según parece, quería una forma para definir la cantidad de fuerza disponible en uno de estos animales. Encontró que, en promedio, un pony podía realizar 22.000 libras de trabajo en un minuto. Entonces incrementó el número en 50% y acuñó la medida de caballo de fuerza en 33.000 libras/pie de trabajo por minuto.

**Definición:** Esta unidad de medida corresponde a una unidad de fuerza o trabajo, que en el sistema métrico corresponde al equivalente de la fuerza que se necesita para levantar 75 kg a un metro de altura, todo esto, en un segundo (ver imagen). Según el sistema de medición inglés, un caballo de fuerza corresponde a 33.000 pies/libra de trabajo por minuto. En idioma español también se le suele llamar caballo de vapor o caballo de potencia, debido a que es una unidad de potencia y no de fuerza, esto es para evitar el equívoco del nombre en inglés (power significa tanto fuerza como potencia, depende del contexto).

### **Motorreductor**

Los Reductores ó Motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Los reductores son diseñados a base de engranajes, mecanismos circulares y dentados con geometrías especiales de acuerdo con su tamaño y la función en cada motor.

Sin la correcta fabricación de los motorreductores, las máquinas pueden presentar fallas y deficiencias en su funcionamiento. La presencia de ruidos y recalentamientos pueden ser aspectos que dependan de estos mecanismos, de allí la importancia del control de calidad.

El desarrollo de esta máquina y del sistema inteligente de medición le permite a las empresas ser mucho más competitivas y aumentar sus conocimientos.

En pocas palabras los reductores son sistemas de engranajes que permiten que los motores eléctricos funcionen a diferentes velocidades para los que fueron diseñados.

Rara vez las máquinas funcionan de acuerdo con las velocidades que les ofrece el motor, por ejemplo, a 1.800, 1.600 o 3.600 revoluciones por minuto. La función de un motorreductor es disminuir esta velocidad a los motores (50, 60, 100 rpm) y permitir el eficiente funcionamiento de las máquinas, agregándole por otro lado potencia y fuerza.

Al emplear REDUCTORES O MOTORREDUCTORES se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

### **Programa De Mantenimiento De Un Reductor De Velocidad.**

Cada semana:

- Revisar el nivel de aceite del reductor, y si es necesario reponerlo.
- Revisar si existen posibles fugas de aceite.

Cada 3 meses:

- Revisar la alineación del grupo motor-reductor.
- Escuchar con un estetoscopio mecánico los ruidos del rodamiento y de los engranes.

Cada año:

- Revisión general del reductor.
- Revisar los conos.

- Revisar tazas (de preferencia cambiarlas).
- Revisar engranes y piñones.
- Revisar el apriete del cono sobre la flecha.
- Ajustar las flechas del reductor.
- Revisar la bomba de aceite y sus conductos.”<sup>15</sup>

### **6.1.8 POLEA**

“La polea es un dispositivo mecánico de tracción o elevación, formado por una rueda (también denominada roldana) montada en un eje, con una cuerda que rodea la circunferencia de la rueda.

Las grúas más simples con una sola rueda de poleas fueron inventadas hace unos 3.000 años, y las poleas compuestas con varias ruedas hacia el año 400 a.C. Se dice que Arquímedes inventó la polea compuesta y fue capaz de levantar un barco y llevarlo a la costa.

La polea fija son aquellas que no cambian de sitio, solamente giran alrededor de su propio eje. Se usa, por ejemplo, para subir objetos a los edificios o sacar agua de los pozos. Una polea fija puede ser considerada como una palanca de primera clase. En las palancas de primer género el punto de apoyo se encuentra entre los extremos.

En cambio, las móviles, además de que giran alrededor de su eje, también se desplazan. En las poleas móviles el punto de apoyo está en la cuerda y no en el eje, por lo tanto puede presentar movimientos de traslación y rotación. Como el caso de dos personas que cargan una bolsa, cada una de ellas hace las veces de una polea y sus brazos las veces de cuerdas, el peso se reparte entre los dos y se produce una ventaja mecánica, reduciéndose el esfuerzo a la mitad. La polea móvil es una palanca de segunda clase.

Existen diferentes tipos de poleas:

---

<sup>15</sup> YHORMAN DARIO RUIZ GARCIA, 2011, *Mécanica Industrial*, <http://www.mecanicaindustrial.blogspot.com.co/2009/01/mantenimiento-en-motorreductores.html>

**Polea fija:** Este tipo de máquina cuelga de un punto fijo y aunque no disminuye la fuerza ejercida, que es igual a la resistencia, facilita muchos trabajos. La polea fija simplemente permite una mejor posición para tirar de la cuerda, ya que cambia la dirección y el sentido de las fuerzas. Por ejemplo, en un pozo se consigue subir un cubo lleno de agua de forma más cómoda para nuestra anatomía, tirando hacia abajo en vez de alzándolo. Sólo con una cuerda y una rueda se puede arreglar el cambio de dirección. Se fija la rueda a un soporte y se pasa una cuerda por la rueda hasta alcanzar la carga. Al tirar desde el otro extremo de la cuerda, se puede elevar la carga hasta la altura en que se halla fija la polea. El propio peso del cuerpo de la persona que tira se constituye en una ayuda.

Una rueda utilizada de esta manera, se convierte en una polea, y el sistema de elevación que realiza es una simple guía.

Las poleas simples se usan en máquinas en las que se debe cambiar la dirección del movimiento, como por ejemplo un ascensor.

Aquí, el movimiento ascendente de la cabina debe estar conectado con el movimiento descendente de un contrapeso.

En una polea ideal, la fuerza que se aplica para tirar de la cuerda es igual al peso de la carga. En la práctica, la fuerza es siempre un poco mayor, ya que tiene que vencer la fuerza de fricción en la rueda de la polea y elevar la carga.

Por ello, la fricción induce la eficacia de todas las máquinas.

En la polea simple la carga que se desea mover representa el peso o la fuerza de gravedad. Este tipo de polea se utiliza para sacar agua de un pozo, o para levantar una carga en una grúa.

**Polea móvil:** En esta modalidad, la polea está unida al objeto y puede moverse verticalmente a lo largo de la cuerda. De este modo, la fuerza se multiplica, ya que la carga es soportada por ambos segmentos de cuerda (cuantas más poleas móviles tenga un conjunto, menos esfuerzo se necesita para levantar un peso). La fuerza motriz que se emplea para alzar una carga es la mitad que la resistencia, aunque para ello se tenga que

tirar de la cuerda el doble de la distancia. Esta polea se une a la carga y no a la viga. Una polea móvil simple es una palanca de segunda clase que multiplica la fuerza ejercida. La carga es soportada en igual magnitud por ambos segmentos de cuerda esto hace que la fuerza que es necesario aplicar disminuya a la mitad. Sin embargo, se debe tirar la cuerda a una distancia mayor.

Para arrastrar algunos objetos pesados se emplea una rueda que gira libremente sobre un eje y que está provista de una llanta con una forma apropiada para pasar una cuerda u objeto similar.

Este mecanismo es lo que se conoce como una polea, que constituye uno de los casos especiales de la palanca y pertenece al conjunto denominado como máquinas simples.”<sup>16</sup>

## 6.2 MARCO CONCEPTUAL

Para tener un conocimiento más detallado acerca de los términos principales empleados durante el desarrollo de este proyecto, se consultó en Taylor P, 1989,. Enciclopedia de Seguridad y Salud en el trabajo, en cual se extrajeron los siguientes términos:

**Riesgo:** Riesgo a la probabilidad de que un objeto material, sustancia o fenómeno pueda potencialmente desencadenar perturbaciones a la salud o integridad física del trabajador, así como en materiales y equipos.

**Riesgos Biomecánicos:** Son todos aquellos factores de riesgo que involucran objetos, puestos de trabajo, maquinas y equipos, debido a sobreesfuerzo físico, manejo de cargas, posturas y entorno de trabajo

---

<sup>16</sup> DANIEL CASTRO, 2011, Poleas y sus Aplicaciones,  
<http://poleasyaplicaciones.blogspot.com.co/2012/03/las-poleas-y-sus-aplicaciones.html>

**Riesgo Ocupacional:** El riesgo es la probabilidad de sufrir daño a la salud en el trabajo, proveniente de un desequilibrio entre las actividades que realiza, las condiciones y medio ambiente de trabajo.

Los riesgos ocupacionales se clasifican en cinco grupos según el agente causante:

- Grupo 1: Agentes Químicos.
- Grupo 2: Agentes Físicos.
- Grupo 3: Agentes Biológicos.
- Grupo 4: Agentes Biomecánicos.
- Grupo 5: Agentes Psicosociales.

Debido al tema central del proyecto se tendrán en cuenta las aplicadas al mismo:

**Agentes Biomecánicos:** Son aquellos factores inadecuados del sistema hombre-máquina desde el punto de vista de diseño, construcción, operación, ubicación de maquinaria los conocimientos, la habilidad, las condiciones y características de los operarios y de las interrelaciones con el entorno y el medio ambiente de trabajo.

**Análisis del Riesgo:** El análisis del riesgo es un proceso donde, por una parte se identifican los peligros del puesto de trabajo que se está analizando (mediante legislación, normas, información técnica, estudios, entre otros).

**Peligro:** Es una condición física o química intrínseca de una sustancia o material con capacidad de ocasionar daños a las personas, a la propiedad (instalaciones, productos, terceros), o al medio ambiente.

**Lesión:** Es todo traumatismo que ocasiona alteración física o psíquica en el cuerpo humano, determinado por un esfuerzo violento, ocasionando infuncionalidad e incapacidad del cuerpo o una de sus partes, de manera temporal o permanente.

**Incapacidad de Trabajo:** Es la imposibilidad física o mental en que quedan las personas para continuar con sus labores habituales como resultado de una lesión, a consecuencia de un accidente de trabajo o enfermedad laboral.

**Incidentes:** Es cualquier suceso imprevisto y no deseado, que interrumpe o interfiere el desarrollo normal de una actividad, pero no ocasiona lesiones, daños materiales o pérdidas económicas para una empresa.

**Enfermedad Laboral:** se establece que enfermedad laboral es la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar.

**Accidente de Trabajo:** “se define como todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte.

Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o contratante durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aún fuera del lugar y horas de trabajo.

Igualmente se considera accidente de trabajo el que se produzca durante el traslado de los trabajadores o contratistas desde su residencia a los lugares de trabajo o viceversa, cuando el transporte lo suministre el empleador.”<sup>17</sup>

**Medidas Preventivas:** Son un conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de la actividad de la empresa, con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

---

<sup>17</sup> Ministerio de la protección social, 2012, decreto Ley 1562 de 2012, Colombia Bogotá

**Medidas de Control:** Aquellas acciones y/o actividades que se requieren para eliminar peligros y reducir su ocurrencia a un nivel aceptable.

**Acción Correctiva:** La acción tomada cuando los resultados indican una tendencia a la pérdida del control.

**Síndrome de Túnel Carpiano:** “El STC es una entidad clínica caracterizada por dolor, parestesias y entumecimiento en la distribución del nervio mediano. Es universalmente aceptado que la clínica se presenta por compresión del nervio a su paso a través del túnel del carpo. Bajo circunstancias normales la presión tisular dentro del compartimiento de la extremidad es 7 a 8mm Hg. En el STC esta presión es siempre de 30 mm Hg, cerca del nivel en donde la disfunción nerviosa ocurre. Cuando la muñeca se flexiona o se extiende, la presión puede incrementarse hasta 90 mmHg o más, lo cual puede producir isquemia. Esta isquemia del nervio mediano resulta en deterioro de la conducción nerviosa, originando parestesias y dolor. En su curso temprano no se observan cambios morfológicos y los síntomas son intermitentes. Si los episodios de elevación de presión en el túnel son elevados o frecuentes pueden determinar desmielinización segmentaria, con posterior daño axonal irreversible, con debilidad y atrofia de la musculatura tenar en casos avanzados.

**Enfermedad de De Quervain:** La enfermedad de De Quervain corresponde a una tenosinovitis estenosante del primer compartimiento dorsal de la muñeca. El primer compartimiento dorsal incluye los tendones del Abductor Pollicis Longus y el Extensor Pollicis Brevis.

La epicondilitis lateral: es la tendinitis de los músculos epicondíleos, también llamada codo del tenista; corresponde a una lesión tendino –perióstica de la inserción del tendón común de los músculos extensor radial corto del carpo (ERCC) y del extensor común de los dedos (ECD) en el epicóndilo externo del húmero.

**La epicondilitis medial:** se presenta en el sitio de inserción de los tendones de los músculos flexores y pronadores del puño y los dedos de la mano en el epicóndilo interno (o medial) del húmero.

Se cree que la patología corresponde a un desgarro crónico en el origen de extensor radial corto del carpo y el desarrollo de tejido de granulación. Se han observado cambios degenerativos de hiperplasia fibrovascular sin cambios inflamatorios por lo que se puede considerar una tendinosis.

Las tendinopatías de codo constituyen la primera causa de consulta en cuanto a lesiones de codo. La epicondilitis lateral representa entre el 85% y el 95% de los pacientes, 10% a 15% corresponde a epicondilitis medial. El pequeño porcentaje restante, menos del 5% lo constituyen la tendinitis del tríceps y el síndrome de compartimiento del ancóneo. La incidencia anual de epicondilitis en la población general se estima entre el 1 y 3%. El 11% corresponde a actividades que requieren movimientos repetitivos con contracciones de los músculos de codo en su gesto laboral. Estudios biomecánicos han mostrado que la lesión en epicondilitis se ubica en la inserción del tendón al hueso.”<sup>18</sup>

**Hombro doloroso:** “El diagnóstico de HD se realiza a través de la valoración médica sistemática del individuo. Al elaborar la historia clínica, se requiere obtener toda la información posible sobre antecedentes de dolor en el hombro, inicio, localización, progresión, irradiación, factores desencadenantes, intensidad del dolor, incapacidad funcional de hombro y tratamientos previos, al igual que sobre los antecedentes laborales y extra laborales. A partir de esta información se caracteriza el cuadro actual, de acuerdo con los siguientes lineamientos:

Presencia de dolor en región deltoidea con limitación para abducción, rotación interna y externa de hombro, pueden orientar hacia patología del manguito rotador.

---

<sup>18</sup> Ministerio de la protección social, 2007, Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Desórdenes Músculo Esqueléticos (DME) relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain) Ministerio de la Protección Social, Colombia, universidad javeriana

Existencia de dolor en la cara anterior del hombro que se extiende a lo largo del tendón bicipital hasta la inserción tendinosa en el antebrazo puede significar una tendinitis bicipital.

Presencia de dolor e hipersensibilidad en tercio superior de hombro con limitación para abducción pasiva y activa, siendo mayor en movimientos activos, debe hacer sospechar bursitis”.<sup>19</sup>

**Dolor lumbar inespecífico. El DLI (CIE 10: M545)** “se define como la sensación de dolor o molestia localizada entre el límite inferior de las costillas y el límite inferior de los glúteos, cuya intensidad varía en función de las posturas y la actividad física. Suele acompañarse de limitación dolorosa del movimiento y puede asociarse o no a dolor referido o irradiado. El diagnóstico de lumbago inespecífica implica que el dolor no se debe a fracturas, traumatismos o enfermedades sistémicas (como espondilitis o afecciones infecciosas o vasculares, neurológicas, metabólicas, endocrinas o neoplásicas) y que no existe compresión radicular demostrada ni indicación de tratamiento quirúrgico.

**Enfermedad Discal: La ED (CIE 10 M544) puede corresponder a:**

- a) la protrusión discal, cuando el anillo está intacto, pero se encuentra engrosado o abultado;
- b) la extrusión discal, cuando el núcleo pulposo ha penetrado el anillo fibroso y puede alojarse debajo del ligamento longitudinal posterior o aun romperlo;
- c) Disco secuestrado, cuando el material nuclear ha roto su contención en el anillo y el ligamento y los fragmentos libres entran en contacto con la raíz nerviosa.”<sup>20</sup>

**Trastornos musculoesqueléticos (TME)**

---

<sup>19</sup> Ministerio de la protección social, 2007, Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Hombro Doloroso Relacionado con Factores de Riesgo en el Trabajo, Colombia, Universidad Javeriana

<sup>20</sup> Ministerio de la protección social, 2007Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal Relacionados con la Manipulación Manual de Cargas y otros Factores de Riesgo en el Trabajo. Colombia, Universidad Javeriana

“Son un conjunto de lesiones inflamatorias o degenerativas de músculos, tendones, articulaciones, ligamentos, nervios, etc. Sus localizaciones más frecuentes se observan en cuello, espalda, hombros, codos, muñecas y manos.

Los diagnósticos más comunes son las tendinitis, tenosinovitis, síndrome del túnel carpiano, mialgias, cervicalgias, lumbalgias, etc.

El síntoma predominante es el dolor asociado a inflamación, pérdida de disminución o incapacidad funcional de la zona anatómica afectada.

Los síntomas relacionados con la aparición de alteraciones músculo-esqueléticas incluyen dolor muscular y/o articular, sensación de hormigueo, pérdida de fuerza y disminución de sensibilidad. En la aparición de los trastornos originados por sobreesfuerzos, posturas forzadas y movimientos repetitivos pueden distinguirse tres etapas:

1. Aparición de dolor y cansancio durante las horas de trabajo, mejorando fuera de este, durante la noche y los fines de semana.
2. Comienzo de los síntomas al inicio de la jornada laboral, sin desaparecer por la noche, alterando el sueño y disminuyendo la capacidad de trabajo.
3. Persistencia de los síntomas durante el descanso, dificultando la ejecución de tareas, incluso las más triviales.

Dado que después de hacer un esfuerzo físico es normal que se experimente cierta fatiga, los síntomas aparecen como molestias propias de la vida normal. Aún así, la intensidad y la duración del trabajo pueden guardar relación con posibles alteraciones, aumentando el riesgo de un modo progresivo.

De acuerdo con lo expuesto, una adecuada evolución de los trastornos músculo-esqueléticos dependerá en gran parte de un diagnóstico precoz y de un tratamiento correcto, por lo que es importante consultar con el Servicio Médico, Mutua en cuanto sean detectados los primeros síntomas.

## **Traumatismos específicos en hombros y cuello son**

**1. Tendinitis del manguito de los rotadores:** el manguito de los rotadores lo forman cuatro tendones que se unen en la articulación del hombro. Los trastornos aparecen en trabajos donde los codos deben estar en posición elevada, o en actividades donde se tensan los tendones o la bolsa subacromial. Se asocia con acciones repetidas de levantar y alcanzar con y sin carga, y con un uso continuado del brazo en abducción o flexión.

**2. Síndrome de estrecho torácico o costoclavicular:** aparece por la compresión de los nervios y los vasos sanguíneos que hay entre el cuello y el hombro. Puede originarse por movimientos de alcance repetidos por encima del hombro.

**3. Síndrome cervical por tensión:** se origina por tensiones repetidas del elevador de la escápula y del grupo de fibras musculares del trapecio en la zona del cuello. Aparece al realizar trabajos por encima del nivel de la cabeza repetida o sostenidamente, o cuando el cuello se mantiene en flexión.

## **Traumatismos específicos en mano y muñeca**

**1. Tendinitis:** es una inflamación de un tendón debida, entre otras causas, a que está repetidamente en tensión, doblado, en contacto con una superficie dura o sometida a vibraciones. Como consecuencia de estas acciones el tendón se ensancha y se hace irregular.

**2. Tenosinovitis:** producción excesiva de líquido sinovial por parte de la vaina tendinosa, que se acumula, hinchándose la vaina y produciendo dolor. Se originan por flexiones y/o extensiones extremas de la muñeca. Un caso especial es el síndrome de De Quervain, que aparece en los tendones abductor largo y extensor corto del pulgar debido a desviaciones cubitales y radiales forzadas.

**3. Dedo en gatillo:** se origina por flexión repetida del dedo, o por mantener doblada la falange distal del dedo mientras permanecen rectas las falanges proximales.”<sup>21</sup>

### **6.3 MARCO LEGAL**

La normatividad aplicada dentro de un proyecto a desarrollar permite definir los límites del mismo y las debidas precauciones a tener en cuenta para con ello cumplir con los requerimientos exigidos. En el marco de Seguridad y Salud en el Trabajo es de vital importancia conocer a profundidad las consecuencias negativas que se pueden lograr por el no cumplimiento de los estándares establecidos.

Es por ese motivo que sus inicios se remontan a los años 1979 mediante la publicación de la Ley 9 que se enfatiza en el tema de Salud Ocupacional - Actualmente: Seguridad y Salud en el Trabajo de los empleados, esto con la finalidad de preservar, conservar y mejorar la salud de los mismos, durante el desarrollo de sus actividades.

En 1989 el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social y de Salud profiere la Resolución 1016 en la cual reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional – Actualmente : Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo – SG-SST, el cual es puntual para cada empresa, de conformidad con sus riesgos potenciales o reales y número de trabajadores, en el cual se destinan los recursos humanos, financieros y físicos para su desarrollo y adecuado cumplimiento.<sup>11</sup>.

En 1991 se firma la Constitución Política de Colombia por la necesidad de ajustar nuestra carta a los tiempos y circunstancias del país. Es por ello que es obligatorio cumplimiento poner en funcionamiento y respeto de los artículos contenidos en dicho acto. Por ello es importante resaltar el artículo 25 como un derecho fundamental para todos los ciudadanos y el cual reza “El trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado. Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas.”

---

<sup>21</sup> Junta de acción castilla y león, 2008, Manual de trastornos Musculoesqueléticos, España, Pag. 25-29

En 1993 nace la Ley 100 en la cual se crea el Sistema de Seguridad Social Integral – Actualmente Sistema General de Riesgos Laborales el Libro III artículos 249 al 256. Pero al ser pequeña dicha reglamentación ,el legislador le otorgo poderes especiales al gobierno para que a través de un Decreto con fuerza de Ley organizara el Sistema General de Riesgos Laborales, es por este motivo que nace el Decreto Ley 1295 de 1994 con el que se da aval a este sistema, definiéndolo para como: “conjunto de entidades públicas y privadas, normas y procedimientos, destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencias del trabajo<sup>13</sup> .”

En el año 1994 nace el Decreto Ley 1295 el cual ha sido reformado por la Ley 776 de 2002 y la Ley 1562 de 2012; convirtiéndose así la Ley 1562 la norma en la que modifica la denominación de profesional a laboral, así como la definición de salud ocupacional que pasa a ser seguridad y salud en el trabajo y la definición de programa de salud ocupacional que pasa a denominarse como sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

En el 2012 se profiere la Ley 1562 en la cual se define una vez más el termino de accidente de trabajo y enfermedad laboral, toda vez que estaban siendo utilizadas las definiciones de la Decisión 584 de la Comunidad Andina de Naciones y el artículo 200 del Código Sustantivo de Trabajo, como consecuencia de la declaratoria de inexecutable por parte de la Corte Constitucional de los artículos 9 y 11 del Decreto Ley 1295 de 1994 que definían accidente de trabajo y enfermedad profesional.

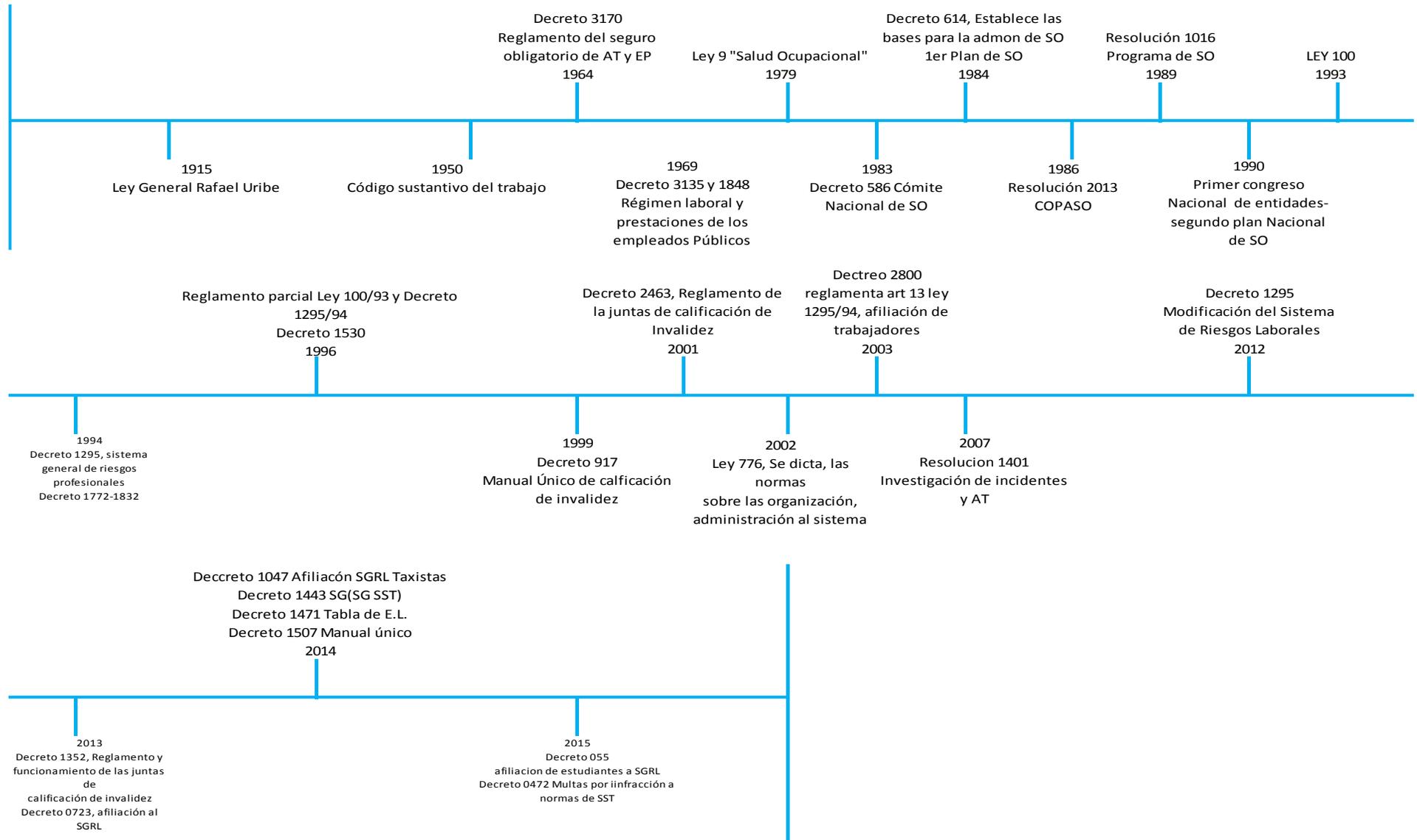
La Norma técnica Colombiana 5655, Principios Para El Diseño Ergonómico De Sistemas De Trabajo, “establece los principios básicos que orientan el diseño ergonómico de los sistemas de trabajo y define los términos fundamentales que resultan pertinentes. En ella se describe una aproximación integrada al diseño de estos sistemas, en el que se contempla la cooperación de expertos en ergonomía con otras personas participantes en esa actividad, atendiendo con igual importancia, los requisitos humanos, sociales y técnicos, durante el proceso de diseño.

Entre los usuarios de esta norma, se encuentran directivos de empresa, los trabajadores (o sus representantes), ergónomos, profesionales de la salud, del área administrativa, de ingeniería y de diseño; así como expertos que realicen actividades técnicas específicas del sistema de trabajo. A estos usuarios les resultan útiles, aunque no suficientes, los conocimientos generales previos adquiridos sobre ergonomía, ingeniería, diseño, gestión de calidad y de proyectos. Cada proceso de diseño ergonómico es único y requiere la construcción de su propia base de conocimientos.”<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Icontec,2008, Principios Para El Diseño Ergonómico De Sistemas De Trabajo, Pág. 1

## Líneo de tiempo SST en Colombia



**Ilustración 11. Líneo de tiempo SST en Colombia**

**Fuente (Autores, 2015)**

## 6.4 MARCO HISTORICO

### 6.4.1 TERMINOS Y DEFINICIONES

**Ergonomía:** estudio de la actividad humana en el trabajo, del Griego “ Ergos” trabajo o actividad y “Nomos” ley o norma.

“**Cazamian:** (1973) Es el estudio multidisciplinar del trabajo humano que pretende descubrir sus leyes para formular mejor sus reglas.

**Wisner:** (1973) Es el conjunto de conocimientos científicos relativos al hombre y necesarios para concebir maquinas y equipos útiles que puedan ser utilizados con la máxima eficacia seguridad y confort  
**Cazamian:** (1973) Es el estudio multidisciplinar del trabajo humano que pretende descubrir sus leyes para formular mejor sus reglas.

**Asociación Española de Ergonomía.** La ciencia aplicada de carácter multidisciplinar que tiene como finalidad la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, para optimizar su eficiencia, seguridad y confort.

**Mígueles.** Ciencia que estudia las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos, analizando aquellos aspectos que afectan al diseño de productos o procesos de producción.”<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> <sup>23</sup>MsC. Grether Lucía Real Pérez, 2008, La Ergonomía en Cuba. Surgimiento y evolución, Venezuela, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos <http://www.monografias.com/trabajos83/ergonomia-cuba-surgimiento-y-evolucion/ergonomia-cuba-surgimiento-y-evolucion.shtml#ixzz3Wt9M6j>

**OIT:** Es la aplicación conjunta de algunas ciencias biológicas y de ingeniería, para asegurar entre el hombre y el trabajo la óptima adaptación, con el fin de incrementar el rendimiento del trabajador y contribuir a su bienestar.

**ICONTEC:** La ergonomía es la disciplina que estudia al hombre en sus aspectos fisiológicos, anatómicos psicológicos y sociológicos en su relación con el empleo de objetos y sistema propuestos enmarcados en un medio para un fin determinado (optimización del sistema hombre-objeto-medio).

#### **6.4.2 ANTECEDENTES Y SURGIMIENTO DE LA ERGONOMIA**

A través de la historia el ser humano se ha interesado por tratar las enfermedades que padecen los seres humanos, es por ello que en la antigüedad los médicos, chamanes alquimistas, sacerdotes trataban de curar las enfermedades de los guerreros, cazadores, agricultores y demás habitantes con el fin de que no se alteran las actividades cotidianas.

“Durante milenios el hombre creó herramientas en un lento proceso de perfeccionamiento, llevado a cabo por generaciones de personas que les fueron introduciendo pequeñas modificaciones a los prototipos originales para mejorar sus características, aumentar su productividad y hacerlos más cómodos y seguros de manejar.

Uno de los primeros antecedentes de la Ergonomía se manifiesta en el siglo I aC, Plinio, en su obra "Historia Natural", hace recomendaciones sobre el uso de elementos como medio de protección personal, tales como el uso de vejigas de animales colocadas delante de la nariz para evitar respirar polvos.

En Grecia, Hipócrates siglo II, legó unos 70 escritos donde menciona la salubridad, climatología, fisioterapia, entre muchos otros elementos científicos, como documentos acerca de los factores determinantes de ciertas enfermedades. En su libro "De los aires, aguas y lugares" destaca

elementos desencadenantes de afecciones tales como vientos, humedad, agua, suelo, condiciones de hábitat, los efectos de los esfuerzos y posturas, tratando las enfermedades de los mineros, tales como el saturnismo y la anquilostomiasis.

En los inicios de 1400 en Francia se dictaminan algunas ordenanzas, que tratan de reglamentar una mejora para la clase trabajadora. Ulrich Ellenbaf en 1473 da a conocer algunas enfermedades profesionales.”<sup>24</sup>

Los primeros conceptos de ergonomía empiezan a surgir en la época del renacimiento con estudios de los científicos de la época, uno de estos datan de Leonardo Da Vinci en (1498) el cual diseñó el cuaderno de anatomía, dibujando muchos estudios de músculos y tendones etc., sin embargo su obra quedó inconclusa. En 1512-1513 Alberto Durero se preocupó por el estudio de los movimientos y las proporciones, antropometría en su obra “El Arte de las Medidas” sobre las proporciones humanas se llama los Cuatro Libros de la proporción humana. El primer libro fue compuesto principalmente entre y completado por 1523, en el que muestra cinco tipos diferentes de figuras masculinas y femeninas, todas las partes del cuerpo expresan en fracciones de la altura total. Durero basa estas construcciones tanto en Vitruvio y las observaciones empíricas de "doscientas o trescientas personas vivas", en sus propias palabras. El segundo libro incluye otros ocho tipos, desglosados no en fracciones sino en el sistema albertiano, que Durero probablemente aprendieron de Francesco di Giorgio De armónica totius mundi de 1525. En el tercer libro, Durero da principios por los que las proporciones de las figuras se pueden modificar, como la simulación matemática convexa y espejos cóncavos, aquí Durero también trata la fisonomía humana. El cuarto libro está dedicado a la teoría del movimiento.

“La minería es una de las profesiones en las que primero se comienzan a observar efectos negativos del trabajo en el hombre, autores como (Hchemchein Aureolus, 1500), (Agrícola,

---

<sup>24</sup>MsC. Grether Lucía Real Pérez, 2008, La Ergonomía en Cuba. Surgimiento y evolución, Venezuela, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos <http://www.monografias.com/trabajos83/ergonomia-cuba-surgimiento-y-evolucion/ergonomia-cuba-surgimiento-y-evolucion.shtml#ixzz3Wt9M6j>

1556), tratan las enfermedades de los mineros en especial las relacionadas con los pulmones, ojos, afectaciones en las articulaciones y las que provocan los accidentes. Son tratadas las enfermedades de las personas que trabajan en las fundiciones, en actividades metalúrgicas y las enfermedades generadas por el mercurio.

(Ramazzini, 1717) conocido como el padre de la medicina laboral, en su obra "*De Morbis Artificum Diatriba*", (Enfermedades de los obreros), analiza la vida de los trabajadores, sus patologías y sus carencias, con un enfoque preventivo. Entre sus aportes más relevantes están las recomendaciones para la salud laboral, tales como: descansos en trabajos pesados o de larga duración, sobre la base de análisis de las posturas incómodas, la falta de ventilación, temperaturas extremas, limpieza y ropa adecuada.

De esa mismas manera, fueron surgiendo hombres que investigaban y dictaban reformas, parlamentos, normativas que beneficiaban a los trabajadores, algunos de ellos imponían la presencia de un médico en las minas (Scopali, 1754); se publica lo relacionado con la intoxicación plúmbica (Hoffman, 1705), la intoxicación por monóxido de carbono (Williams, 1775) estableciendo la necesidad de una ventilación adecuada en los sistemas de combustión. ”<sup>25</sup>

En 1776, Adam Smith vuelve a incluir el tema de la ergonomía en sus estudios sobre incrementar la productividad por el rendimiento humana. Es en la segunda mitad del siglo XVIII, que con la invención de la máquina de vapor, se desencadena Revolución Industrial, donde uno de los impactos más importantes en las actividades cotidianas del hombre fue la sustitución del trabajo manual por el mecánico. Referido a ello (King, 1984), expresa que con los avances surgidos en la tecnología se ha acelerado el proceso por el cual las máquinas han estado tomando las tareas que anteriormente realizaban las personas, pero es necesario que estas sean operadas por el hombre.

---

<sup>25</sup> MsC. Grether Lucía Real Pérez, 2008, La Ergonomía en Cuba. Surgimiento y evolución, Venezuela, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos <http://www.monografias.com/trabajos83/ergonomia-cuba-surgimiento-y-evolucion/ergonomia-cuba-surgimiento-y-evolucion.shtml#ixzz3Wt9M6j>

Entre las consecuencias negativas que trae la incorporación de estas máquinas al sistema productivo fue el incremento de los errores humanos, el auge de enfermedades y dolencias en el cuerpo, provocados por la incomodidad e inseguridad en su manipulación; la poca o nula capacitación que recibían, las extensas jornadas de trabajo entre 12 y 14 horas al día, las condiciones que enfrentaban los operarios de las máquinas (calor, poca iluminación, exposición al polvo).

La Ergonomía se constituye como tal a partir de 1878-1909 Taylor enfocado en disminuir esfuerzos y fatiga del operario con la teoría de la economía de tiempos y movimientos, pero el surgimiento de la disciplina que se deriva de la protección del trabajo, surge el 12 de Julio de 1949 en una reunión del Almirantazgo, Inglaterra, donde se reúne un grupo de científicos interesados en los problemas laborales humanos, llamándose la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, en donde el psicólogo británico K.F.H Murrell hace mención del término Ergonomía, con el fin de ser utilizado para llamar la nueva ciencia que comenzaba a surgir con su estudio del ser humano en su ambiente laboral en 1965.

En 1969 Singleton estudio la interacción hombre-condición ambiental. Y así mismo Grandjean estudio el comportamiento del hombre en su trabajo.

En 1970 Favre es quien realiza un aporte con su análisis de los procesos industriales. Así mismo otro ergonomista Maurice de Montmollin que en su obra introducción a la Ergonomía, trata temas de la ergonomía y los sistemas hombre-máquinas, ergonomía del puesto de trabajo: métodos, entre otros temas.

Sobre los 90 se incrementó el estudio de la ergonomía fue creciendo y en la actualidad las empresas deben acondicionar cumplir con las normas mínimas para que sus trabajadores se desempeñen de una forma adecuada. En 2002 Hendrick y Kleiner, realizaron publicaciones sobre Macroergonomía, Ergonomía Cultural por Kaplan en 2004 y los estudios más recientes de

Neuroergonomía elaborados por Parasuraman y Rizzo en el 2007, sin embargo cada día se vienen desarrollando y avanzando en nuevos estudios para mejorar las condiciones del trabajador.

### **6.4.3 HISTORIA Y EVOLUCION DE LA ERGONOMIA**

En la prehistoria aparece el hombre en la naturaleza lo cual da inicio a importantes sucesos con el uso y construcción de herramientas de trabajo, inicialmente basándose en piedras y palos y luego se produce el dominio del fuego y así la utilización de la utilización en cerámica.

A causa de las infecciones, el combate con fieras, la falta de vestido apropiado para el clima y en general el medio ambiente hace que la población se vea diezmada, es un ser materialista el cual considera que el ataque de una fiera o la caída de un árbol son accidentales pero la definición de la enfermedad no es definida por lo cual lo lleva a hacer interpretaciones mágicas o fetichistas y pensando que la enfermedad es causada por demonios o peor enviada como castigo de los dioses.

Durante las épocas de las civilizaciones mediterráneas se destaca en Egipto una especial consideración para los guerreros, embalsamadores y fabricantes de armas, los cuales tenían leyes especiales para realizar su trabajo y evitar accidentes de trabajo. Las medidas de protección estaban dadas por el Faraón y se implementaron en las grandes urbes o ciudades con talleres reales.

Con la revolución industrial los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales se multiplicaron, ya que apareció el maquinismo y la aplicación de la fuerza motriz a la industria. Fue así como se vio la necesidad de proteger a los trabajadores de los riesgos profesionales.<sup>26</sup>

Entre los antecedentes históricos sobre la protección a los accidentes de carácter laboral en las Edades Antigua, Media y Moderna se encuentran los siguientes:

---

<sup>26</sup> andrea del pilar rodríguez suárez , 2013, ersonomía unitolima so

- Edad antigua: En el año 4000 a.C. se realizaban en Egipto tratamientos médicos y acciones de salud ocupacional a guerreros, embalsamadores y fabricantes de armas. En el año 2000 a.C. se estableció en el Código de Hammurabi la protección a los artesanos y las indemnizaciones por accidentes de trabajo. En Grecia, en 1000 a.C., se contemplaba el tratamiento a zapateros y artesanos. En Roma se conformaron colegios (agremiaciones) a manera de asociaciones de ayuda mutua.
- Edad media: Las cofradías, asociaciones de ayuda mutua, atendían los casos de sus trabajadores accidentados. Así mismo, las órdenes religiosas atendían a los trabajadores como obra de caridad.
- Edad moderna: Con el fenómeno del maquinismo y el desarrollo pleno de la revolución industrial aumentan los accidentes en el trabajo, obligando a los Estados a buscar una solución propia y especial ante la muerte de los trabajadores, originándose la necesidad de la salud ocupacional y la definición jurídica de accidente de trabajo.<sup>27</sup>

La evolución de la sociedad industrial en los últimos siglos ha estado relacionada con la ergonomía y la Ingeniería de Producción generando un esfuerzo conjunto y continuo hacia el suministro de soluciones a través de conceptos, métodos, técnicas y herramientas con el fin de satisfacer las necesidades de las sociedades modernas.

Para la “Asociación Internacional de Ergonomía”<sup>28</sup>, la ergonomía (o factores humanos) se define como una disciplina científica en la comprensión de las interacciones entre los operadores y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para

---

<sup>27</sup> alicia palacios, 2012, antecedentes y evolución histórica

<sup>28</sup> presidente de la asociación brasileña de ergonomía (abergo). Chair professional standards and education committee/international ergonomics association. Director de resilience engineering association. Prof. Del programa de pós, 2015 –grado en informática y departamento de ingeniería industrial. Universidad federal de rio de janeiro.

diseñar, para optimizar el bienestar y el rendimiento del sistema como un todo). Por lo tanto, es por ello que la AIE realiza la clasificación de tres ámbitos importantes para el diseño de la organización del trabajo:

- “Ergonomía física: se ocupa de la anatomía humana y las características biomecánicas y como estas se relacionan con la actividad física. En esta dimensión se consideran temas como las posturas pertinentes, la manipulación de cargas, los movimientos repetitivos, el diseño del lugar de trabajo así como la seguridad y salud en el trabajo.
- Ergonomía cognitiva que se relaciona con los procesos mentales como la percepción, la memoria, el razonamiento y la respuesta motora, y como estas afectan a las interacciones entre los trabajadores y los demás elementos del sistema. Los temas relevantes incluyen carga de trabajo mental, la toma de decisiones, la ejecución experta, la interacción humano-máquina, la confiabilidad humana, el estrés así como la formación y su se relacionan con el diseño del sistema humano.

Ergonomía organizacional que se refiere a la optimización de los sistemas socio-técnicos, incluyendo sus estructuras y procesos políticos de la organización. Temas relevantes en esta dimensión incluyen la comunicación, la gestión de recursos de una tripulación, el diseño del trabajo, el diseño de las horas de trabajo / turnos, el trabajo en equipo, el diseño participativo, la ergonomía de la comunidad, el trabajo cooperativo, los nuevos paradigmas de trabajo, las organizaciones virtuales, el teletrabajo y la gestión de la calidad entre otras.”<sup>29</sup>

#### **6.4.4 HISTORIA DE LA ERGONOMIA EN COLOMBIA**

“El desarrollo de la salud ocupacional en Colombia se remonta a la época prehispánica o amerindia, donde el indígena buscaba que el medio le proveyera alimento, estabilidad y seguridad, logros mínimos que adquiere con base en una organización social, como los

---

<sup>29</sup> sandra zapata, 2015, ergonomia, <http://sandrazapata-ergonomia.blogspot.com.co/>

cacicazgos y pre-estados, organizaciones sociales caracterizadas por la agricultura (maíz, fríjol, cacao, papayo, etc.), con estratificación jerárquica y donde el trabajo tenía un mérito y protección por parte de la comunidad. Posteriormente, con el descubrimiento de América realizado por España a partir de 1492, se inició la dominación sobre el continente.

Hasta el año 1520 continuó la Conquista, durante la cual la dominación española fue un hecho indiscutible. En el periodo conocido como la Colonia, el Reino español les dio a las tierras americanas descubiertas una organización administrativa, política, social y económica. Existió en esta etapa una legislación que reglamentó todos los órdenes de la vida colonial de América; dichas leyes fueron las reales cédulas, las reales ordenanzas, los autos y provisiones, las cuales provenían del rey o de las autoridades legislativas de la época. Entre las Reales Cédulas dictadas por el Consejo de Indias y referentes a la salud ocupacional tenemos que en 1541 se prohibió trabajar en días domingo y fi estas de guarda. También se estableció que los indios de clima frío no podían ser obligados a trabajar en clima cálido y viceversa. En 1601 se implantó la obligación de curar a los indios que fueran víctimas de accidentes y enfermedades en el trabajo, esta obligación implicaba tratamiento médico. En este periodo de transición de la Colonia a la independencia el primer antecedente de seguridad social lo encontramos con el Libertador Simón Bolívar, cuando en su discurso ante el Congreso de Angostura el 15 de febrero de 1819 señaló: «El sistema de gobierno más perfecto es aquel que produce mayor suma de felicidad posible, mayor suma de seguridad social y mayor suma de estabilidad política». Entre 1820 y 1950 tenemos la Ley 57 de 1915, conocida como la Ley del General Rafael Uribe Uribe, de gran importancia en lo referente a la reglamentación de los Accidentes de Trabajo y las Enfermedades Profesionales, consagra las prestaciones económico-asistenciales, la responsabilidad del empleador, la 13 clase de incapacidad, la pensión de sobreviviente y la indemnización en caso de limitaciones físicas causadas por el trabajo.

Históricamente establece la primera y estructurada definición de Accidente de Trabajo. Mediante la Ley 90 de 1946 se crea el Instituto Colombiano de Seguros Sociales, entidad de gran importancia en la seguridad social colombiana. En 1950 se expide el Código Sustantivo del

Trabajo, en el cual se establecen múltiples normas relativas a la Salud Ocupacional como la jornada de trabajo, el descanso obligatorio (C. S. T. Arts. 55 al 60), las prestaciones por accidente de trabajo y enfermedad profesional (C. S. T. Arts. 158 al 192) y la higiene y seguridad en el trabajo (C. S. T. Arts. 348 al 352), en su mayoría aplicables hoy en día. El Decreto 3170 de 1964 aprueba el Reglamento del Seguro Social obligatorio de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, donde bajo la filosofía y características del modelo alemán de Seguro Social Obligatorio, el Instituto Colombiano de Seguros Sociales inicia la cobertura en riesgos profesionales para la población trabajadora de las zonas urbanas del sector formal, industrial y semi-industrial. Para la década de los 60, igualmente se desarrolló la legislación en salud ocupacional del sector público y se expidieron los Decretos 3135 de 1968 y 1848 de 1969 que reglamentaron el régimen laboral y prestacional de los empleados públicos. Con las anteriores disposiciones el país reglamentó desde 1964 de manera clara y precisa, la protección de los trabajadores del sector privado en materia de accidentes de trabajo y enfermedad profesional con el Instituto Colombiano de Seguros Sociales –hoy Instituto de Seguro Social– y desde 1968 la protección para accidentes de trabajo y enfermedad profesional de los servidores del sector público con la Caja Nacional de Previsión Social (Cajanal). Dentro del desarrollo normativo de la legislación colombiana se encuentra que mediante el Título III de la Ley 9 de 1979 nace el término “salud ocupacional” y se dictan las medidas sanitarias en las empresas. En 1983 mediante el Decreto 586 se crea el Comité Nacional de Salud Ocupacional y dicho organismo le recomienda al Gobierno Nacional reglamentar lo relacionado con la salud ocupacional. Como producto de la iniciativa y participación del Comité Nacional de Salud Ocupacional se expide el Decreto 614 de 1984, el cual establece las bases para la administración de la salud ocupacional en el país y su artículo 35 crea la obligación legal de diseñar y poner en marcha un Plan Nacional de Salud Ocupacional.

En 1984 se elabora el Primer Plan Nacional de Salud Ocupacional con la participación de las entidades que conformaban el Comité Nacional de Salud Ocupacional, el cual tuvo como objeto orientar las acciones y programas de las instituciones y entidades públicas y privadas, así como el aumento de la productividad y el establecimiento de un plan para evitar la colisión de

competencias. En desarrollo de este primer plan se expidieron normas de gran importancia para la salud ocupacional como lo fueron la Resolución 2013 de 1986 (Comités Paritarios de Salud Ocupacional) y la Resolución 1016 de 1989 (Programa de Salud Ocupacional).

En el marco del “Primer Congreso Nacional de Entidades Gubernamentales de Salud Ocupacional” efectuado en 1990, se propuso el Segundo Plan Nacional de Salud Ocupacional 1990- 1995, cuyo propósito esencial fue reducir la ocurrencia de accidentes de trabajo y la aparición de enfermedades profesionales. Durante el desarrollo del segundo Plan Nacional de Salud Ocupacional se expidieron la Ley 100 de 1993 y el Decreto-Ley 1295 de 1994, normas que reorientaron la salud ocupacional y crearon el Sistema General de Riesgos Profesionales, dando origen a nuevas estructuras técnicas y administrativas. La elaboración del tercer Plan Nacional de Salud Ocupacional ha dependido en gran parte del desarrollo jurídico colombiano, y es así como la Ley 100 de 1993 en su artículo 139 facultó al Presidente de la República para reglamentar el Sistema General de Riesgos Profesionales pero no definió sus fundamentos. El Gobierno Nacional en uso de sus facultades extraordinarias expide el Decreto-Ley 1295 del 22 de junio de 1994. El Decreto-Ley 1295 de 1994 ha sido reglamentado a través de Decretos como el 1772 y el 1832 de 1994, el 1530 de 1996, el 917 de 1999, el 2463 de 2001 y el 2800 de 2003, modificándose algunos de sus artículos mediante la Ley 776 de 2002.

No obstante, el sistema incorporó toda la legislación vigente en materia de salud ocupacional, razón por la cual en él convergen principios y fundamentos sobre esta materia donde el objetivo básico es proteger al trabajador de los factores de riesgo en el trabajo y crear dentro de las empresas una cultura de prevención que permita mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, así como la productividad de las empresas. Teniendo en consideración la evolución normativa del Sistema, en el transcurso y vencimiento de la vigencia del Plan Nacional de Salud Ocupacional (1990-1995) el Comité Nacional de Salud 15 Ocupacional realizó importantes esfuerzos y trabajó en iniciativas para establecer un norte a la salud ocupacional en el territorio nacional. Durante los siguientes años el Comité Nacional de Salud Ocupacional, a través de sesiones y documentos de trabajo, presentó iniciativas para establecer el tercer Plan. A finales de

2002 este Comité se propuso aunar esfuerzos y para ello en junio de 2003 conformó una comisión integrada por representantes de los trabajadores, empleadores, Administradoras de Riesgos Profesionales y el Gobierno Nacional, con el objetivo de analizar documentos como el Manifiesto Democrático, el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Nacional de Salud, la Política Pública para la Protección de la Salud en el Mundo del Trabajo, recomendaciones internacionales en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo, así como las necesidades de los diferentes responsables de la salud ocupacional en el país, buscando con esto que el Plan Nacional de Salud Ocupacional 2003-2007 estuviese acorde con estas estrategias y necesidades.”<sup>30</sup>

## **7 DISEÑO METODOLÓGICO**

De acuerdo con la identificación del problema referente a los riesgos de tipo biomecánico del proceso de silletería en la Empresa Colombiana Ensambladora de Buses. se realizó una investigación de tipo descriptivo, debido a que el “objetivo fue establecer como es y cómo se manifiesta un determinado fenómeno que atrae la atención de tal manera que se limita a identificar sus características o propiedades en un momento determinado, que el investigador tenga acceso a controlar o manipular a conveniencia las variables en estudio.”<sup>31</sup> Con respecto el desarrollo del proyecto se comprendió en dos partes: en la primera parte se desarrolló una investigación y una evaluación de puesto de trabajo con el fin de identificar los riesgos a los cuales los trabajadores se encuentran expuesto en el área de silletería. En la segunda parte del proyecto se analizaron y evaluaron los resultados obtenidos, con el objetivo de presentar las propuestas de mejora para el puesto de trabajo en el área operativa.

---

<sup>30</sup> Alicia palacios, 2012, antecedentes y evolución histórica

<sup>31</sup> 7Diseño metodológico, [http://www.univo.edu.sv:8081/investigacion/020147/020147\\_Cap7.pdf](http://www.univo.edu.sv:8081/investigacion/020147/020147_Cap7.pdf)

## **7.1 INSTRUMENTOS**

Para el desarrollo de éste proyecto se utilizaron herramientas que permitieron recolectar la mayor cantidad de información necesaria, para poder realizar un estudio más amplio y detallado de la condición actual del puesto de trabajo. Para ello fue necesario un estudio previo del tema, remitiéndose a las fuentes donde haya estudios relacionados con el problema de la investigación. Para lograr los objetivos se realizo la consulta documentos, se practicaron visitas al puesto de trabajo para observar y tomar las muestras mediante el método seleccionado. Igualmente se aplicó una encuesta de morbilidad sentida al personal directamente implicado.

### **7.1.1 METODO RULA**

“**RULA**: evalúa posturas concretas; es importante evaluar aquéllas que supongan una carga postural más elevada. La aplicación del método comienza con la observación de la actividad del trabajador durante varios ciclos de trabajo. A partir de esta observación se deben seleccionar las tareas y posturas más significativas, bien por su duración, bien por presentar, a priori, una mayor carga postural. Éstas serán las posturas que se evaluarán. Si el ciclo de trabajo es largo se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura. Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto de determinadas referencias en la postura estudiada).

Estas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador mediante transportadores de ángulos, electrogoniómetros, o cualquier dispositivo que permita la toma de datos angulares. No obstante, es posible emplear fotografías del trabajador adoptando la postura estudiada y medir los ángulos sobre éstas. Si se utilizan fotografías es necesario realizar un número suficiente de tomas, desde diferentes puntos de vista (alzado, perfil, vistas de detalle...), y asegurarse de que los

ángulos a medir aparecen en verdadera magnitud en las imágenes. El método debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado. El evaluador experto puede elegir a priori el lado que aparentemente esté sometido a mayor carga postural, pero en caso de duda es preferible analizar los dos lados. El RULA divide el cuerpo en dos grupos, el grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

La clave para la asignación de puntuaciones a los miembros es la medición de los ángulos que forman las diferentes partes del cuerpo del operario. El método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo. Posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados.

El valor final proporcionado por el método RULA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones musculoesqueléticas. El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación propuestos van del nivel 1, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4, que indica la necesidad urgente de cambios en la actividad.

El procedimiento de aplicación del método es, en resumen, el siguiente:

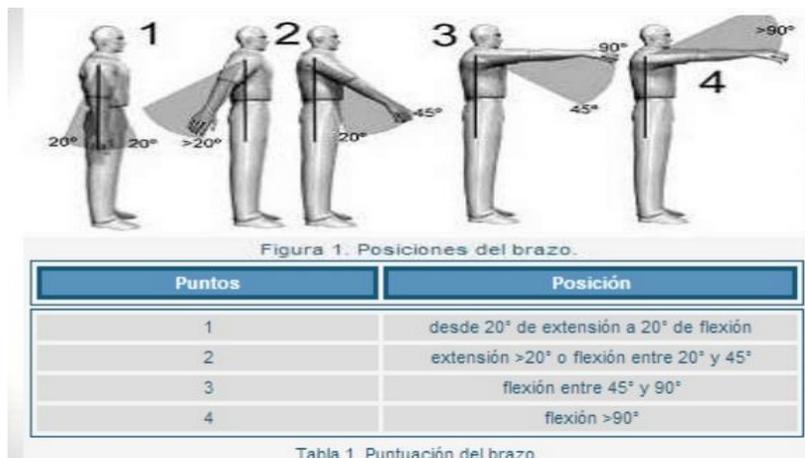
- Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos. Seleccionar las posturas que se evaluarán.
- Determinar, para cada postura, si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho (en caso de duda se evaluarán ambos).

- Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo.
- Obtener la puntuación final del método y el Nivel de Actuación para determinar la existencias de riesgos.
- Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones.
- Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario.
- En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método RULA para comprobar la efectividad de la mejora.<sup>32</sup>

### 7.1.2 PROCEDIMIENTO MÉTODO RULA

“El procedimiento rula se realizara de la siguiente manera

#### Puntuación del brazo



**Ilustración 12. Tabla 1: Puntuación del brazo**

**Fuente: (Ergonautas, 2006**

<sup>32</sup>MCATAMNEY, L. Y CORLETT, E. N., 1993, RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics, 24, pp. 91-99., <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

### Modificaciones sobre la puntuación del brazo



Ilustración 13. Tabla 2: Modificaciones sobre la puntuación del brazo

Fuente: (Ergonautas, 2006)

### Puntuación del antebrazo

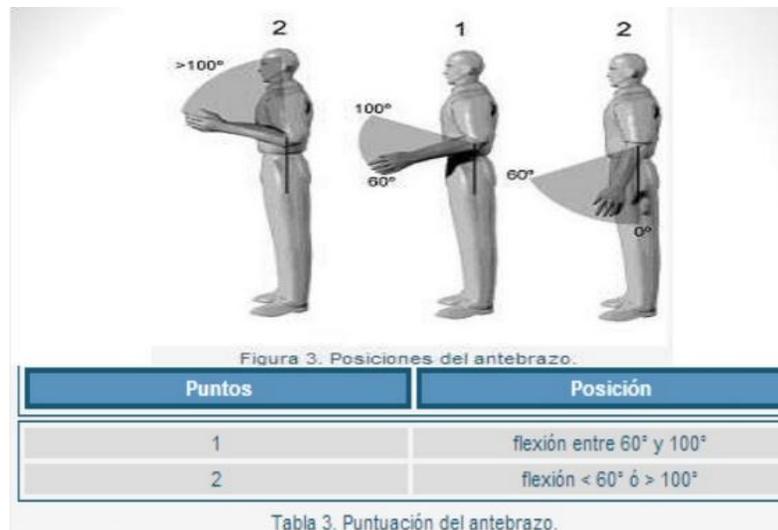


Ilustración 14. Tabla 3: Puntuación del antebrazo

Fuente: (Ergonautas, 2006)

## Modificación de la puntuación del antebrazo

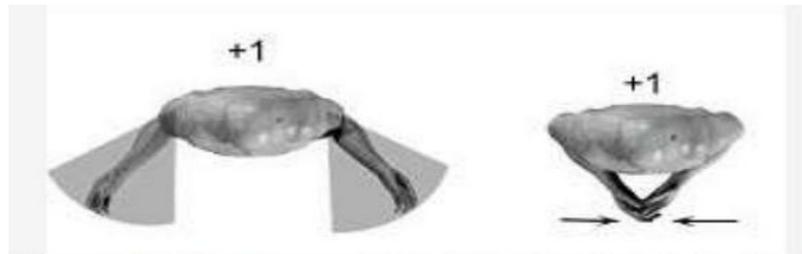


Figura 4. Posiciones que modifican la puntuación del antebrazo.

Puntos	Posición
+1	Si la proyección vertical del antebrazo se encuentra más allá de la proyección vertical del codo
+1	Si el antebrazo cruza la línea central del cuerpo.

Tabla 4. Modificación de la puntuación del antebrazo.

## Ilustración 15. Tabla 4: Modificación de la puntuación del antebrazo

Fuente: (Ergonautas, 2006)

## Puntuación de la muñeca

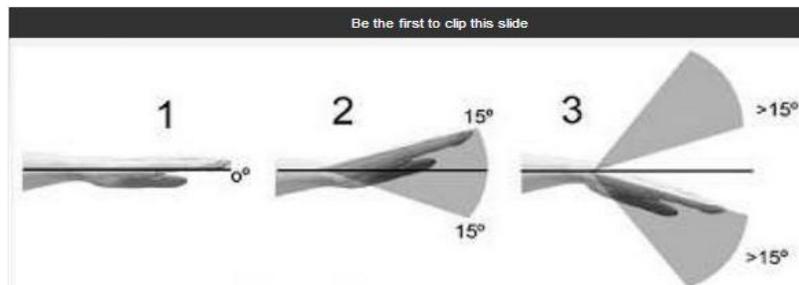


Figura 5. Posiciones de la muñeca.

Puntos	Posición
1	Si está en posición neutra respecto a flexión.
2	Si está flexionada o extendida entre 0° y 15°.
3	Para flexión o extensión mayor de 15°.

Tabla 5. Puntuación de la muñeca.

## Ilustración 16. Tabla 5: Puntuación de la muñeca

Fuente: (Ergonautas, 2006)

### Modificación de la puntuación de la muñeca

El valor calculado para la muñeca se verá modificado si existe desviación radial o cubital (figura 6). En ese caso se incrementa en una unidad dicha puntuación.



Figura 6. Desviación de la muñeca.

Puntos	Posición
+1	Si está desviada radial o cubitalmente.

Tabla 6. Modificación de la puntuación de la muñeca

Ilustración 17. Tabla 6: Modificación de la puntuación de la muñeca

Fuente: (Ergonautas, 2006)

### Puntuación del giro de la muñeca

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

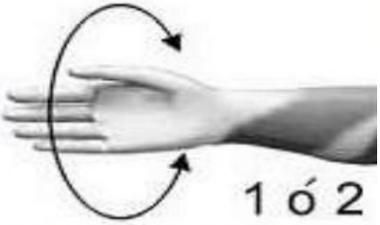


Figura 7. Giro de la muñeca.

Puntos	Posición
1	Si existe pronación o supinación en rango medio
2	Si existe pronación o supinación en rango extremo

Tabla 7. Puntuación del giro de la muñeca.

Ilustración 18. Tabla 7: Puntuación del giro de la muñeca

Fuente: (Ergonautas, 2006)

## Puntuaciones para el cuello



Ilustración 19. GRUPO B: Puntuaciones para las piernas, el tronco y el cuello

Fuente: (Ergonautas, 2006)

## Puntuación adicional para el cuello

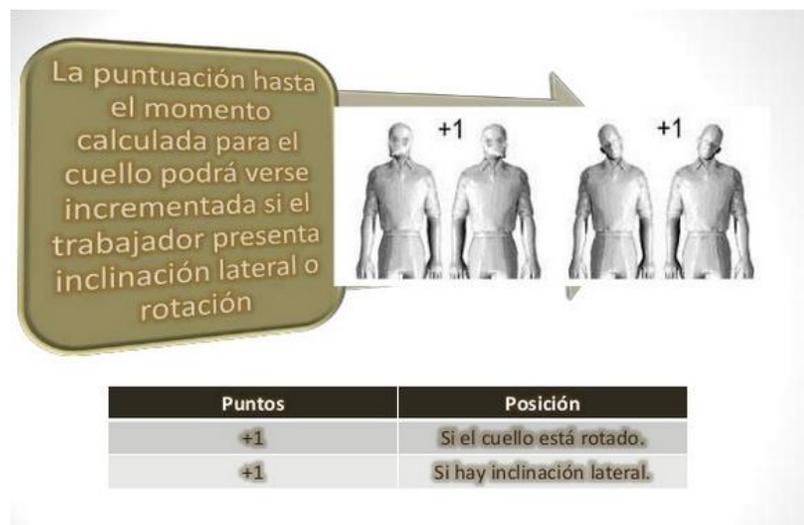


Ilustración 20. Puntuación adicional para el cuello

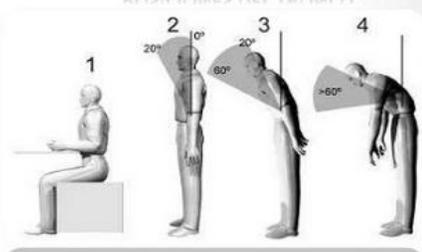
Fuente: (Ergonautas, 2006)

## Puntuación del tronco

**Puntuación del tronco**

**POSICIONES DEL TRONCO:  
LAS POSICIONES DEL TRONCO.**

Se deberá determinar si el trabajador realiza la tarea sentado o bien la realiza de pie, indicando en este último caso el grado de flexión del tronco.



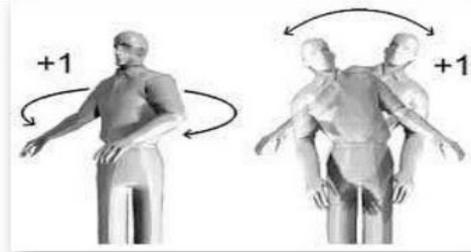
Puntos	Puntos
1	Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°
2	Si está flexionado entre 0° y 20°
3	Si está flexionado entre 20° y 60°
4	Si está flexionado más de 60°.

**Ilustración 21. Puntuación del tronco**

Fuente: (Ergonautas, 2006)

## Puntuación adicional del tronco

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



Puntos	Posición
+1	Si hay torsión de tronco.
+1	Si hay inclinación lateral del tronco.

**Ilustración 22. Puntuación adicional del tronco**

Fuente: (Ergonautas, 2006)

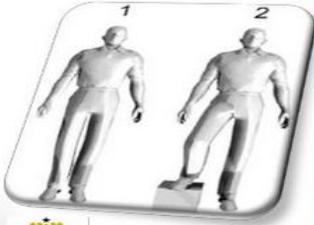
## Puntuación de las piernas

### Puntuación de las piernas

Para las piernas el método no se centrará, en la medición de ángulos.

Los aspectos como la distribución del peso entre las piernas, los apoyos existentes y la posición sentada o de pie.

Son los que determinarán la puntuación asignada.



1 2

Puntos	Posición
1	Sentado, con pies y piernas bien apoyados.
1	De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición.
2	Si los pies no están apoyados, o si el peso no está simétricamente distribuido.

Ilustración 23. Puntuación de las piernas

Fuente: (Ergonautas, 2006)

## Puntuación global ambos grupos

Tras la obtención de las puntuaciones de los miembros del grupo A y del grupo B de forma individual, se procederá a la asignación de una puntuación global a ambos grupos.

Brazo	Antebrazo	Mueca							
		1		2		3		4	
		Giro de Muñeca							
		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	4	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

Ilustración 24. Puntuación global ambos grupos

Fuente: (Ergonautas, 2006)

## Puntuación global para los miembros del grupo B

Puntuación global para los miembros del grupo B:

Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	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

Ilustración 25. Puntuación global para los miembros del grupo B

Fuente: (Ergonautas, 2006)

### Adicional por fuerzas ejercidas

Además, para considerar las fuerzas ejercidas la carga manejada, se añadirá a los valores anteriores la puntuación conveniente según siguiente tabla:

Puntos	Posición
0	si la carga o fuerza es menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente.
1	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente.
2	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva.
2	si la carga o fuerza es intermitente y superior a 10 Kg.
3	si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg., y es estática o repetitiva.
3	si se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

Ilustración 26. Adicional por fuerzas ejercidas

Fuente: (Ergonautas, 2006)

## Tabla puntuaciones finales

# Puntuaciones finales

La puntuación obtenida de sumar a la del grupo A la correspondiente a la actividad muscular y la debida a las fuerzas aplicadas pasará a denominarse puntuación C. De la misma manera, la puntuación obtenida de sumar a la del grupo B la debida a la actividad muscular y las fuerzas aplicadas se denominará puntuación D. A partir de las puntuaciones C y D se obtendrá una puntuación final global para la tarea que oscilará entre 1 y 7, siendo mayor cuanto más elevado sea el riesgo de lesión. La puntuación final se extraerá de la tabla 16.

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

Tabla 16. Puntuación final

Ilustración 27. Tabla puntuaciones finales

Fuente: (Ergonautas, 2006)

## Tabla aplicación método RULA

**A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca**

**Paso 1: Localizar la posición del brazo**

**Paso 2: Localizar la posición del antebrazo**

**Paso 3: Localizar la posición de la muñeca**

**Paso 4: Giro de muñeca**

**Paso 5: Localizar puntuación postural en Tabla A**

Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A.

**Paso 6: Añadir puntuación utilización muscular**

Si la postura es principalmente estática (si se agarran superiores a 1 min.) o si sucede repetidamente la acción (si se sostiene o más): +1. Puntuación muscular =

**Paso 7: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga**

Si carga o esfuerzo < 2 Kg. intermitente: -6  
 Si es de 2 a 10 Kg. intermitente: +1  
 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2  
 Si es una carga > 10 Kg. o vibrante o súbita: +3. Puntuación fuerza/carga =

**Paso 8: Localizar fila en Tabla C**

Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 5, 6 y 7.

**Puntuación final: muñeca, antebrazo y brazo =**

**PUNTAJOS**

Tabla A

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	3	3	4	5	5	6
2	2	2	3	4	4	5	5	6
3	3	3	3	4	4	5	6	6
4	3	3	3	4	5	6	7	7
5	4	4	4	5	6	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7

Tabla B

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	3	3	4	5	5	6
2	2	2	3	4	4	5	5	6
3	3	3	3	4	4	5	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7

Tabla C

	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

**B. Análisis de cuello, tronco y piernas**

**Paso 9: Localizar la posición del cuello**

**Paso 10: Localizar la posición del tronco**

**Paso 11: Carga**

**Paso 12: Localizar puntuación postural en Tabla B**

Utilizar valores de pasos 9, 10 y 11 para localizar puntuación postural en Tabla B.

**Paso 13: Añadir puntuación utilización muscular**

Si la postura es principalmente estática (si se agarran superiores a 1 min.) o si sucede repetidamente la acción (si se sostiene o más): +1. Puntuación uso muscular =

**Paso 14: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga**

Si carga o esfuerzo < 2 Kg. intermitente: -1  
 Si es de 2 a 10 Kg. estática o repetitiva: +2  
 Si es una carga > 10 Kg. o vibrante o súbita: +3.

**Paso 15: Localizar columna en Tabla C**

Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 12, 13 y 14.

**Puntuación final: cuello, antebrazo y brazo =**

Referencias:  
 Observador: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

**PUNTAJOS**

PUNTAJOS FINALES: 1 ó 2: Aceptable; 3 ó 4: Ampliar el estudio; 5 ó 6: Ampliar el estudio y modificar pronto; 7: estudiar y modificar inmediatamente

Ilustración 28. Tabla aplicación método RULA

Fuente: (Ergonautas, 2006)

## Tabla recomendaciones aplicación método RULA

**Recomendaciones**

Por último, conocida la puntuación final, y mediante la tabla 17, se obtendrá el nivel de actuación propuesto por el método RULA. Así el evaluador habrá determinado si la tarea resulta aceptable tal y como se encuentra definida, si es necesario un estudio en profundidad del puesto para determinar con mayor concreción las acciones a realizar, si se debe plantear el rediseño del puesto o si, finalmente, existe la necesidad apremiante de cambios en la realización de la tarea. El evaluador será capaz, por tanto, de detectar posibles problemas ergonómicos y determinar las necesidades de rediseño de la tarea o puesto de trabajo. En definitiva, el uso del método RULA le permitirá priorizar los trabajos que deberán ser investigados. La magnitud de la puntuación postural, así como las puntuaciones de fuerza y actividad muscular, indicarán al evaluador los aspectos donde pueden encontrarse los problemas ergonómicos del puesto, y por tanto, realizar las convenientes recomendaciones de mejora de éste.

Nivel	Actuación
1	Cuando la puntuación final es 1 ó 2 la postura es aceptable.
2	Cuando la puntuación final es 3 ó 4 pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
3	La puntuación final es 5 ó 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
4	La puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

Tabla 17. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

**Ilustración 29. Tabla recomendaciones aplicación método RULA**

**Fuente: (Ergonautas, 2006)**

Posteriormente se realiza el análisis correspondiente<sup>33</sup>

## 7.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objetivo fueron los dos trabajadores implicados en el proceso de producción de silletería de Empresa Colombiana Ensambladora de Buses, quienes se desempeñaban en puesto de trabajo de silletería y quienes presentaban riesgos ergonómicos.

## 7.3 FASES METODOLÓGICAS

Mediante el Diseño metodológico se puede identificar los diversos aspectos de nivel investigativo, técnicas y procedimientos a utilizar para la ejecución del presente proyecto.

Para ello se enunciarán a continuación las fases a realizadas:

<sup>33</sup> Universidad Politécnica – Ergonautas , 2006, RULA (Rapid Upper Limb Assessment), <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

## **Fase I**

En esta fase inicial se realizó un estudio del puesto de trabajo donde se eligió la actividad de doblado de tubo, que arrojó los datos necesarios para poder adaptar una propuesta de mejora del mismo.

Para obtener dicha información fue necesario utilizar las herramientas que contribuyeron en la búsqueda de estos datos tales como:

- Observación directa: Esta técnica consistió en la observación directa de los dos empleados mientras realizaban las tareas y funciones propias del área de silletería, conociendo sus elementos para la ejecución de la labor y el desarrollo de esta, con ello se logró identificar las posturas que adopta, la repetitividad de movimientos, etc.
- Entrevista y encuesta: Se aplicó una encuesta de Morbilidad Sentida a los dos trabajadores de la Empresa Colombiana Ensambladora de Buses. Al realizar este tipo de técnicas se generó una buena recolección de datos, ya que al consultar e interrogar directamente a los dos trabajadores implicados en la sección de silletería, se obtuvo información más exacta sobre el ambiente físico y demás factores que afectan el puesto de trabajo.

Cabe resaltar que para la ejecución de estas actividades se consultó con los trabajadores mediante un consentimiento informado con el fin darles a conocer las actividades que se realizaron

## **Fase II**

En el desarrollo de esta fase se procedió a seleccionar los métodos de evaluación para identificar los riesgos biomecánicos y demás asociados:

Se seleccionó el método RULA para este estudio, ya que permitió analizar en dos fases la carga postural, brindando una descripción precisa en la parte posterior e inferior del cuerpo humano; a su vez es un método económico que ayudó a identificar los esfuerzos repetitivos de los miembros superiores, mediante la observación directa de las posturas adoptadas durante la ejecución de la actividad, por tal motivo no se interrumpieron las actividades de los trabajadores durante la jornada laboral. Este fue un método de evaluación rápido de los esfuerzos a los que es sometido el sistema musculoesquelético.

### **Fase III**

En esta fase se analizaron los diversos riesgos biomecánicos determinados por el método RULA y asociados en el desarrollo de la actividad de doblado en el área de sillettería de la Empresa Colombiana Ensambladora de Buses.

### **Fase IV**

Una vez realizado el análisis de estos datos, se procedió a generar propuestas ergonómicas de mejora para el puesto de trabajo del área de sillettería. En este sentido se propuso el planteamiento de requerimientos del prototipo de una máquina con el fin de minimizar el esfuerzo al cual se someten los trabajadores al ejecutar la tarea en su puesto de trabajo.

## **8 RECURSOS**

Los rubros y financiación para el desarrollo de este proyecto son proporcionados por los mismos estudiantes

## 8.1 RECURSO HUMANO

### Recurso Humano

Investigador	Profesión	Actividades
Sebastian Dario Cantor Diaz	Ingeniero Industrial	1) Principal fuente de Información y comunicación con la empresa donde se desarrollara el proyecto. 2) Búsqueda de información, 3) Lidera y coordina el componente técnico/científico del proyecto. 4) Contribuye, apoya, y participa en la formulación del proyecto. 5) Debe tener suficiente tiempo para conducir el estudio en forma segura y correcta hasta completarlo dentro del período de tiempo acordado.
Claudia Galindo Botache	Ingeniero Industrial	1) Es corresponsable del componente técnico/científico (cumplimiento de objetivos y logro de resultados y productos) 2) Búsqueda de información, Y análisis de datos, entrega de resultados. 3) Lidera y coordina el componente técnico/científico del proyecto. 4) Contribuye, apoya, y participa en la formulación del proyecto. 5) Cumple con las actividades y funciones asignadas por el monitor. 6) Mantiene actualizada la información del proyecto informa, realiza o solicita los cambios de orden financiero, Técnico, científico o de cualquier otra índole que modifique las condiciones registradas en el sistema sobre el proyecto.

### Ilustración 30 Recurso Humano”

Fuente: (Autores, 2015)

## 8.2 PRESUPUESTO RECURSOS

Presupuesto Recursos			
Recursos	Cantidad	Valor Unitario	Total
Gastos papeleria	1	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
Transportes	1	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
Alimentación (almuerzos)	12	\$ 5.500,00	\$ 66.000,00
Hora Consultoría con especialista en SYST ó SO	21	\$ 60.000,00	\$ 1.260.000,00
Investigadores	2	\$ -	\$ -
Computadores (portátiles)	2	\$ 1.200.000	\$ 2.400.000,00
Imprevistos	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
<b>Total</b>			<b>\$ 3.896.000,00</b>

### Ilustración 31. Presupuesto Recursos

Fuente: (Autores, 2015)

## 9 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

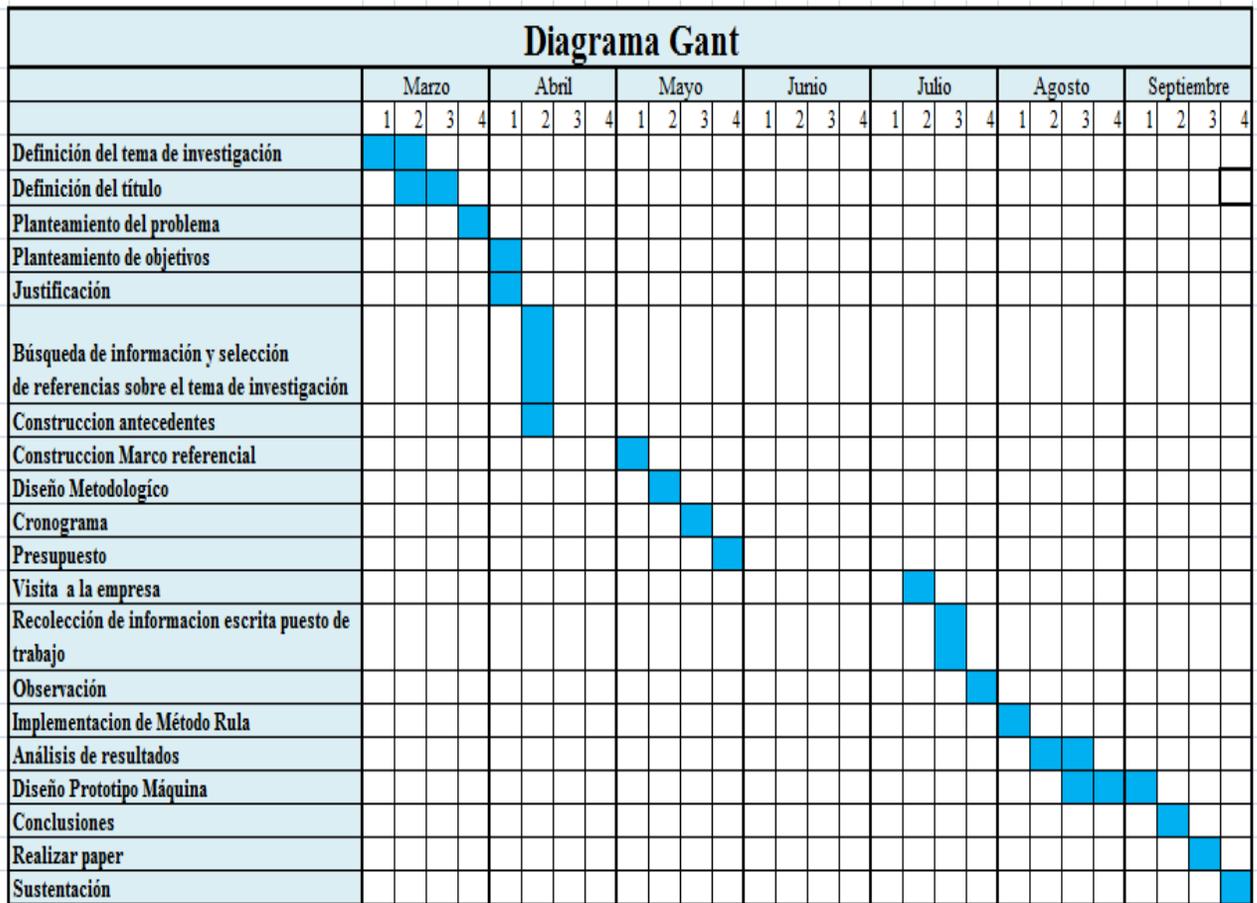


Ilustración 32. Diagrama Gantt

Fuente: (Autores, 2015)

# 10 APLICACIÓN DEL MÉTODO RULA

## 10.1 APLICACIÓN DEL MÉTODO RULA TRABAJADOR NÚMERO 1

### Puntuación tabla A ESTUDIO PUESTO DE TRABAJO

**Empresa:** Empresa Colombiana de Fabricación de Carrocerías para Buses  
**Nombres de los evaluadores:** Claudia Galindo - Sebastian Cantor **Fecha:** 31 de julio de 2015  
**Departamento/Área:** Producción **Sección:** Silletería  
**Datos de trabajador:**  
**Nombre del trabajador:** TRABAJADOR 1  
**Sexo:** Masculino  
**Edad:** 53  
**Antigüedad en el puesto:** 22 años

**A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca**

**PASO 1: Localizar la posición del brazo**



**PASO 1a:**  
 - Puntos 1: desde 20° de extensión a 20° de flexión  
 - Puntos 2: extensión > 20° o flexión entre 20° y 45°  
 - Puntos 3: flexión entre 45° y 90°  
 - Puntos 4: flexión > 90°

El brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1

*Puntuación brazo =* 4

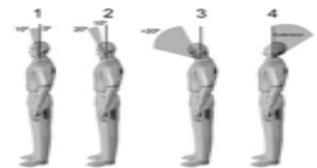
**PUNTAJACIÓN**  
**Tabla A**

Brazo	Ante brazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro	muñeca	Giro	muñeca	Giro	muñeca	Giro	muñeca
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	2	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	6	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

**Ilustración 33. Puntuación tabla A**  
**Fuente: (Autores, 2015)**  
**Puntuación tabla B**

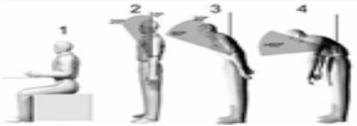
**PASO 9: Localizar la posición del cuello**  
**PASO 9a:**  
 -Puntos 1: El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión  
 -Puntos 2: El cuello está entre 11 y 20 grados de flexión  
 -Puntos 3: El cuello está flexionado por encima de 20 grados  
 -Puntos 4: El cuello está en extensión

Si hay rotación del cuello: +1;  
 si hay inclinación lateral: +1  
 = *Puntuación cuello*



**PASO 10: Localizar la posición del tronco**  
**PASO 10a:**  
 -Puntos 1: Postura sentada, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°  
 -Puntos 2: Tronco flexionado entre 0 y 20 grados  
 -Puntos 3: Tronco flexionado entre 21 y 60 grados  
 -Puntos 4: Tronco flexionado más de 60 grados

Si hay torsión del tronco: +1; si hay inclinación lateral: +1  
 = *Puntuación tronco*



**PASO 11: Localizar posición de piernas**  
 -Puntos 1: El trabajador está sentado con las piernas y pies apoyados  
 -Puntos 2: Si los pies no están bien apoyados o si el peso no está simétricamente distribuido  
 = *Puntuación piernas*

**Tabla B**

Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Pisear	extensid										
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

Ilustración 34. Puntuación tabla B

Fuente: (Autores, 2015)

### Puntuaciones Adicionales

**PASO 4: Giro de muñeca**  
 -Puntos 1: si existe pronación o supinación en rango medio  
 -Puntos 2: si existe pronación o supinación en rango extremo  
 Si la muñeca está en el rango medio de giro: +1  
 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: +2

**PASO 5: Localizar puntuación postural en Tabla A**  
 Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A  
*Puntuación postural A =*

**PASO 6: Añadir puntuación utilización muscular**  
 Si la postura es principalmente estática y repetitiva sumar +1

**PASO 7: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga**  
 -La carga o fuerza es menor de 2kg y se realiza intermitentemente  
 -La carga o fuerza está entre 2 y 10 kgs y se realiza intermitentemente  
 -La carga o fuerza está entre 2 y 10 kgs ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos.  
 -La carga o fuerza es mayor de 10 kgs y es aplicada intermitentemente.

**PASO 8: Localizar fila en Tabla C**  
 Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 5, 6 y 7  
*Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo =*

**PASO 12: Localizar puntuación postural en Tabla B**  
 Utilizar valores de pasos 9, 10, 11 y 12 para localizar puntuación postural en Tabla B  
 = *Puntuación postural B*

**PASO 13: PASO 6: Añadir puntuación utilización muscular**  
 Si la postura es principalmente estática y repetitiva sumar +1  
 = *Puntuación uso muscular*

**PASO 14: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga**  
 -La carga o fuerza es menor de 2kg y se realiza intermitentemente  
 -La carga o fuerza está entre 2 y 10 kgs y se realiza intermitentemente  
 -La carga o fuerza está entre 2 y 10 kgs ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos.  
 -La carga o fuerza es mayor de 10 kgs y es aplicada intermitentemente.  
 = *Puntuación fuerza/carga*

**PASO 15: Localizar columna en Tabla C**  
 Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 12, 13 y 14  
 = *Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo*

Ilustraciones 35. Puntuaciones Adicionales

Fuente: (Autores, 2015)

Puntuación tabla C

		Tabla C						
		1	2	3	4	5	6	7 ó +
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 ó +		5	5	6	7	7	7	7

**Ilustración 36. Puntuación tabla C**  
**Fuente: (Autores, 2015)**

**Fotografías Trabajador Número 1 ejecutando el doblez**



**Ilustración 37. Fotografías Trabajador Número 1 ejecutando el doblez**  
**Fuente: (Autores, 2015)**

## 10.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO RULA TRABAJADOR NUMERO 2

### Puntuación tabla A

## ESTUDIO PUESTO DE TRABAJO

Empresa: Empresa Colombiana de Fabricación de Carrocerías para Buses  
 Nombres de los evaluadores: Claudia Galindo - Sebastian Cantor Fecha: 31 de julio de 2015  
 Departamento/Área: Producción Sección: Sillettería  
 Datos de trabajador:  
 Nombre del trabajador: TRABAJADOR 2  
 Sexo: Masculino  
 Edad: 48 años  
 Antigüedad en el puesto: 12 años  
 Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 10 horas  
 Duración de la jornada laboral: 9 horas

#### A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

PASO 1: Localizar la posición del brazo



PASO 1a:

- Puntos 1: desde 20° de extensión a 20° de flexión
- Puntos 2: extensión > 20° o flexión entre 20° y 45°
- Puntos 3: flexión entre 45° y 90°
- Puntos 4: flexión > 90°

El brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1  
 El hombro está elevado o el brazo rotado +1

Puntuación brazo = 5

PASO 2: Localizar la posición del antebrazo

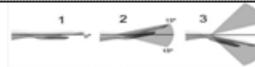


- PASO 2a: 60° - 100°
- Puntos 1: flexión entre 60° y 100°
  - Puntos 2: < flexión 60° ó 100°

Si el antebrazo cruza la línea central del cuerpo: +1

Puntuación antebrazo = 3

PASO 3: Localizar la posición de la muñeca



PASO 3a:

- Puntos 1: si está en posición neutra respecto a la flexión
- Puntos 2: si está flexionado o extendido entre 0° y 15°
- Puntos 3: para flexión o extensión mayor de 15°

Puntuación muñeca = 3

PASO 4: Giro de muñeca

- Puntos 1: si existe pronación o supinación en rango medio
- Puntos 2: si existe pronación o supinación en rango extremo

Si la muñeca está en el rango medio de giro: +1  
 Si la muñeca está girada próxima al rango final de giro: +2

Puntuación giro de muñeca = 1

PUNTAJÓN  
Tabla A

Brazo	Ante brazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro medio	Giro extremo						
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	6	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

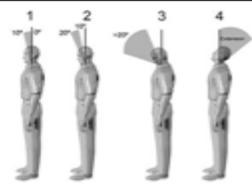
Ilustración 38. Puntuación tabla A

Fuente: (Autores, 2015)

### Puntuación tabla B

## B. Análisis de cuello, tronco y pierna

**PASO 9: Localizar la posición del cuello**  
**PASO 9a:**  
 -Puntos 1: El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión  
 -Puntos 2: El cuello está entre 11 y 20 grados de flexión  
 -Puntos 3: El cuello está flexionado por encima de 20 grados  
 -Puntos 4: El cuello está en extensión



Si hay rotación del cuello: +1;  
 si hay inclinación lateral: +1  
 = **Puntuación cuello**

**PASO 10: Localizar la posición del tronco**  
**PASO 10a:**  
 -Puntos 1: Postura sentada, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°  
 -Puntos 2: Tronco flexionado entre 0 y 20 grados  
 -Puntos 3: Tronco flexionado entre 21 y 60 grados  
 -Puntos 4: Tronco flexionado más de 60 grados



Si hay torsión del tronco: +1; si hay inclinación lateral: +1  
 = **Puntuación tronco**

**PASO 11: Localizar posición de piernas**  
 -Puntos 1: El trabajador está sentado con las piernas y pies apoyados  
 -Puntos 2: El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición  
 -Puntos 3: Si los pies no están bien apoyados o si el peso no está simétricamente distribuido

= **Puntuación piernas**

		Tronco											
		1		2		3		4		5		6	
Cuello	Tabla B	Puntos											
		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	8	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

Ilustración 39. Puntuación tabla B

Fuente: (Autores, 2015)

## Puntuaciones Adicionales

<b>PASO 5: Localizar puntuación postural en Tabla A</b> Utilizar valores de pasos 1, 2, 3 y 4 para localizar puntuación postural en Tabla A = <b>Puntuación postural A</b>	7	6		<b>PASO 12: Localizar puntuación postural en Tabla B</b> Utilizar valores de pasos 9, 10, 11 y 12 para localizar puntuación postural en Tabla B = <b>Puntuación postural B</b>
<b>PASO 6: Añadir puntuación utilización muscular</b> Si la postura es principalmente estática y repetitiva sumar +1	+	+	1	<b>PASO 13: PASO 6: Añadir puntuación utilización muscular</b> Si la postura es principalmente estática y repetitiva sumar +1 = <b>Puntuación uso muscular</b>
<b>PASO 7: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga</b> -La carga o fuerza es menor de 2kg y se realiza intermitentemente -La carga o fuerza está entre 2 y 10 kgs y se realiza intermitentemente -La carga o fuerza está entre 2 y 10 kgs ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos. -La carga o fuerza es mayor de 10 kgs y es aplicada intermitentemente. = <b>Puntuación fuerza/carga</b>	+	+	1	<b>PASO 14: Añadir puntuación de la Fuerza / Carga</b> -La carga o fuerza es menor de 2kg y se realiza intermitentemente -La carga o fuerza está entre 2 y 10 kgs y se realiza intermitentemente -La carga o fuerza está entre 2 y 10 kgs ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos. -La carga o fuerza es mayor de 10 kgs y es aplicada intermitentemente. = <b>Puntuación fuerza/carga</b>
<b>Paso 8: Localizar fila en Tabla C</b> Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 5, 6 y 7 = <b>Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo</b>	=	=	9	<b>PASO 15: Localizar columna en Tabla C</b> Ingresar a Tabla C con la suma de los pasos 12, 13 y 14 = <b>Puntuación final muñeca, antebrazo y brazo</b>

Ilustraciones 40. Puntuaciones Adicionales

Fuente: (Autores, 2015)

**Puntuación tabla C**

		Tabla C						
		1	2	3	4	5	6	7 6 +
1	1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7
8 6 +	5	5	6	7	7	7	7	7

**Ilustración 41. Puntuación tabla C**

Fuente: (Autores, 2015)

**Fotografías Trabajador Número 2 ejecutando el doblez**



**Ilustración 42. Fotografías Trabajador Número 2 ejecutando el doblez**

Fuente: (Autores, 2015)

## **11 RESULTADOS**

### **11.1 DESCRIPCIÓN PUESTO DE TRABAJO ÁREA SILLETERIA**

Para la fabricación de carrocerías en la Empresa Colombiana Ensambladora de Buses se manejan 9 líneas de producción que son:

**1 Alistamiento:** en este proceso se realizan dos actividades las cuales son:

-Alistamiento del chasis:

- Consiste en la recepción y ubicación del chasis
- Recepción de piezas de propiedad del cliente,
- Identificar las especificaciones del bus,
- Cubrir las partes delicadas
- Marcar chasis

#### **2 Estructura**

- Medición y corte de material
- Ubicación de matrices
- Montaje de vigas
- Asegurar vigas
- Montar tubería estructura
- Soldar
- Inspeccionar ensamble.

#### **3 Laminación**

- Limpieza
- Aplicación de adhesivo
- Ensamblar casco trasero
- Ensamblar laterales

- Ensamblar capota
- Ensamblar frente
- Laminar bodegas
- Remachar

#### **4 Silletería**

- Identificar clase y modelo de la silletería
- Dimensionar, cortar y preformar perfilaría
- Armar, soldar, y ajustar piezas y sistemas
- Hacer pruebas de funcionamiento de bisagras y sistemas de reclinación
- Pulir, limpiar, y pintar las estructuras de las sillas
- Revisar tapizado
- Instalar tapas laterales, traseras y descansa pies
- Distribución y montaje de silletería e instalación de empaques y bocales
- Instalar cinturones de seguridad, fijación, funcionamiento y cantidades requeridas
- Armar y montar silla de conductor
- Montar cinturones de seguridad a silla de conductor y auxiliar

#### **5 Aislamiento térmico**

- Consiste en aislar y recubrir superficies internas del vehículo con sustancias químicas que impidan o disminuyan la transferencia de calor y sonido garantizando los niveles.

#### **6 Pintura:**

- Consiste en el alistamiento uniforme y adecuado de la superficie, donde se lija, se nivela la superficie, se limpia, se encinta se aplica y se detalla la pintura al final.

#### **7 Decoración**

- Recubrir las superficies interiores de los vehículos con elementos metálicos y no metálicos.

## 8 Instalación eléctrica

- Realizar la instalación de cableado eléctrico de las líneas de suministro para el vehículo.

## 9 Instalación de vidrios

- Consiste en la instalación de vidrios en el bus, esto se debe hacer a la par de la decoración para que no se generen problemas en el desarrollo de los procesos.

A continuación se hizo una descripción detallada de las actividades del área de silletería donde realizamos el estudio:

### Descripción actividades del área de silletería

Actividad	Recurso Humano	Recurso Físico	Recurso tecnológico
1. Verificar ficha de requerimiento de producción para identificar si las sillas a realizar son para buseton o bus.	Operario	Ficha de pedido	
2. Buscar y seleccionar planos de bus o buseton.	Operario	Plano	
3. Identificación de tubería agua negra de ½ en calibre 0,80, tubo aguanegra de 3/4 en calibre 0,80 y platinas de diferentes calibres	Operario	Tubería y platinas	
4 Llevar el tubo al banco para toma de medidas	Operario	Tubería y platinas	
5 Toma y marcación de medidas	Operario	Flexómetros, marcador metálico	
6 Corte	Operario	Tubería y platinas marcadas	Tronzadora
7 Colocar tubo cortado en la dobladora	Operario	Tubos cortados	
8 Realizar dobles	Operario	Tubos cortados	Dobladora
9 Ensamble de piezas para unión	Operario	Piezas	
10 Soldar piezas	Operario	Piezas	Equipo de soldar

**Ilustración 43. Descripción actividades del área de silletería**

**Fuente: (Autores, 2015)**

De acuerdo con las actividades anteriormente descritas y teniendo en cuenta las observaciones realizadas al puesto de trabajo, se definió realizar la aplicación de método RULA a la tarea de doblez.

## 11.2 MATRIZ WILLIAM FINE

EVALUACION DE RIESGOS METODO FINE																								
FECHA	2015-08-21																							
AREA	SILLETERIA																							
PUESTO	OPERATIVOS																							
MAQUINA	TALADROS, PULIDORAS, EQUIPOS DE SOLDADURA																							
RIESGO	PELIGRO	DESCRIPCION DE LA CONSECUENCIA	CONSECUENCIAS						EXPOSICIÓN						PROBABILIDAD						GRADO DE PELIGROSIDAD	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	PRIORIDAD	
			A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F				
			100	50	25	15	5	1	10	6	3	2	1	0,5	10	6	3	1	0,5	0,1				
FISICO	Ruido	Alteraciones del sistema auditivo				1		1							1							1500	CRITICO	PRIORITARIO
		Trastornos osteoarticulares				1		1							1							540	CRITICO	PRIORITARIO
	Vibraciones	Lumbalgias				1		1							1							180	ALTO	PRIORITARIO
		Quemaduras				1		1							1							1500	CRITICO	PRIORITARIO
		Radiaciones ionizantes (arco de soldadura)	Efecto cancerígeno				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO
		Temperaturas Extremas	Disconfort térmico				1		1						1							270	CRITICO	PRIORITARIO
ERGONOMICO	Postura permanente de pie (bipedestación)	Lesiones osteo-musculares				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Alteraciones vasculares				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Manipulación y levantamiento de cargas	Lesiones osteo-musculares				1		1						1							1500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Fatiga				1		1						1							180	ALTO	PRIORITARIO	
	Esfuerzos en el desplazamiento	Lesiones osteo-musculares				1		1						1							180	ALTO	PRIORITARIO	
	Movimientos repetitivos	Lesiones del sistema musculoesquelético				1		1						1							270	CRITICO	PRIORITARIO	
QUIMICO	Polvos químicos generados por trabajos de pulido	Afecciones respiratorias				1		1						1							540	CRITICO	PRIORITARIO	
		Enfermedades crónicas				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Afecciones respiratorias				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Humo por procesos de soldadura	Enfermedades crónicas				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Afecciones respiratorias				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Fibras	Enfermedades crónicas				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Afecciones respiratorias				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Sustancias inflamables	Irritación de las vías respiratorias				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Alergias				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Intoxicación					1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Pinturas	Afecciones respiratorias				1		1						1							1500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Enfermedades crónicas				1		1						1							1500	CRITICO	PRIORITARIO	
EMERGENCIA	Incendio	Quemaduras	1											1							50	MEDIO	ACEPTABLE	
		Daños a la propiedad	1											1							50	MEDIO	ACEPTABLE	
	Traumas		1											1							5	BAJO	ACEPTABLE	
	Sismo	Heridas		1											1							5	BAJO	ACEPTABLE
		Atrapamientos		1											1							5	BAJO	ACEPTABLE
		Fracturas		1											1							5	BAJO	ACEPTABLE
		Daños a la propiedad	1											1							5	BAJO	ACEPTABLE	
	Inundación	Heridas				1			1						1							30	MEDIO	ACEPTABLE
		Accidentes				1			1						1							30	MEDIO	ACEPTABLE
		Daños a la propiedad				1			1						1							30	MEDIO	ACEPTABLE
MECANICO	Caidas a mismo nivel	Golpes				1		1						1							900	CRITICO	PRIORITARIO	
		Fracturas				1		1						1							1500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Manipulación de herramientas manuales	Heridas				1		1						1							1500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Atrapamientos				1		1						1							1500	CRITICO	PRIORITARIO		
ELÉCTRICO	Ubicación de cableado	Lesiones				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Quemaduras				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Estado de conexiones eléctricas	Lesiones				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Quemaduras				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO		
CONDICIONES LOCATIVAS	Sistemas de almacenamiento	Caidas				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Golpes				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Lesiones				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Estructuras e instalaciones	Caidas				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Golpes				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Fracturas				1		1						1							2500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Señalización inadecuada	Caidas				1		1						1							1500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Golpes				1		1						1							1500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Lesiones				1		1						1							1500	CRITICO	PRIORITARIO	
ORDEN PÚBLICO	Condiciones de orden público	Lesiones a terceros				1		1						1							0,05	BAJO	ACEPTABLE	
	Tránsito vehicular	Lesiones a terceros				1		1						1							0,05	BAJO	ACEPTABLE	
PSICOSOCIAL	Exceso de carga laboral	Estrés				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Jornadas extensas	Estrés				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Problemas en relaciones personales				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	
BIOLOGICO	Contaminación con virus y bacterias	Infecciones				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	
	Presencia de plagas	Alergias				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	
		Infecciones				1		1						1							500	CRITICO	PRIORITARIO	

RIESGO	PELIGRO	DESCRIPCIÓN DE LA CONSECUENCIA	MEDIDAS DE CONTROL	PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO	INFORMACIÓN	FORMACIÓN	RIESGO CONTROLADO	
							SI	NO
FISICO	Ruido	Alteraciones del sistema auditivo	Realizar mediciones con sonómetro y dosímetro	1. Realizar medición 2. Analizar datos 3. Realizar seguimiento a utilización de EPP 4. Realizar audiometrías 5. Capacitación uso adecuado de EPP	1. Registro de mediciones 2. Resultados y análisis 3. Normatividad NTC 3321 4. Registro entrega EPP 5. Registro capacitación utilización EPP	Higienista		
	Vibraciones	Transtornos osteoarticulares	Realizar exámenes periódicos y evaluación del puesto de trabajo	1. Realizar evaluación de puestos de trabajo 2. Análisis de puestos de trabajo 3. Realizar mejoras en puestos de trabajo 4. Capacitación en hábitos de higiene postural 5. Realizar programa de pausas activas	1. Evaluaciones de puestos de trabajo 2. Resultados y análisis 3. Registro de capacitaciones 4. Registro de participación en pausas activas 5. Normatividad 6. Análisis exámenes periódicos	Ergonomo		
		Lumbalgias						
	Radiaciones ionizantes (arco de soldadura)	Quemaduras	Realizar exámenes periódicos de salud, evaluación del puesto de trabajo y control de los equipos de soldadura	Realizar mediciones con termómetro	1. Realizar mediciones de las radiaciones y analizarlos 2. Realizar evaluación de puestos de trabajo 3. Realizar mantenimiento y verificación de los equipos de soldadura 4. 3. Realizar seguimiento a utilización de EPP	1. Evaluaciones de puestos de trabajo 2. Resultados y análisis 3. Registro de mantenimiento de equipos	Higienista	
Efecto cancerígeno								
Temperaturas Extremas	Disconfort térmico			1. Realizar medición 2. Analizar datos 3. Instalar sistemas de acondicionamiento ambiental 4. Realizar movimientos activos	1. Registro de mediciones 2. Resultados y análisis 3. Registro entrega EPP	Higienista		
ERGONOMICO	Postura permanente de pie (bipedestación)	Lesiones osteo-musculares	Realizar evaluación de puestos de trabajo	1. Realizar evaluación de puestos de trabajo 2. Análisis de puestos de trabajo 3. Realizar mejoras en puestos de trabajo 4. Capacitación en hábitos de higiene postural 5. Realizar programa de pausas activas	1. Evaluaciones de puestos de trabajo 2. Resultados y análisis 3. Registro de capacitaciones 4. Registro de participación en pausas activas 5. Normatividad	Ergonomo		
	Manipulación y levantamiento de cargas	Alteraciones vasculares						
		Lesiones osteo-musculares						
		Fatiga						
		Lesiones osteo-musculares						
Esfuerzos en el desplazamiento	Lesiones osteo-musculares							
Movimientos repetitivos	Lesiones del sistema musculo-esqueletico							
QUIMICO	Polvos químicos generados por trabajos de pulido	Afecciones respiratorias	Realizar técnicas de muestreo mediante	1. Realizar mediciones 2. Análisis de datos 3. Realizar espirometrías 4. Capacitación sobre riesgo químico	1. Registro de mediciones 2. Resultados y análisis de mediciones y espirometrías 3. Registro de capacitaciones	Higienista		
		Enfermedades crónicas						
	Afecciones respiratorias							
	Humo por procesos de soldadura	Enfermedades crónicas						
	Afecciones respiratorias							
	Fibras	Enfermedades crónicas						
	Sustancias inflamables	Irritación de las vías respiratorias						
	Intoxicación							
Pinturas	Afecciones respiratorias							
Enfermedades crónicas								
EMERGENCIA	Incendio	Quemaduras	Realizar evaluaciones periódicas de factores de riesgo y simulacros de emergencia	1. Realizar evaluaciones y analisis periodicos de emergen 2.Capacitación y entrenamiento a la brigada de emergencia para actuar en caso de emergencia	1. Registro de simulacros 2. Resultados y análisis de las evaluaciones periodicas 3. Registro de capacitaciones	Higienista		
	Sismo	Daños a la propiedad						
		Traumas						
		Heridas						
		Atrapamientos						
		Fracturas						
	Daños a la propiedad							
Heridas								
Inundación	Accidentes							
Daños a la propiedad								
MECANICO	Caídas a mismo nivel	Golpes	Registro de incidentes y accidentes de trabajo	1. Investigación de incidentes y accidentes de trabajo 2. Evitar sobreesfuerzos 3. Capacitación y sensibilización en movimientos seguros 4. Retroalimentación de incidentes y accidentes de trabajo en COPASST	1. Investigación de incidentes y accidentes de trabajo 2. Registro de capacitaciones 3. Registro y actas de reunión COPASST 4. Normatividad	Ergonomo		
		Fracturas						
	Heridas							
Manipulación de herramientas manuales	Atrapamientos							

ELÉCTRICO	Ubicación de cableado	Lesiones Quemaduras	Realizar evaluaciones al sistema eléctrico de las instalaciones y equipos de trabajo	1. Verificación y evaluación de las instalaciones eléctricas y equipos de trabajo de acuerdo a los requisitos en la normatividad legal vigente (RETIE). 3. Capacitación de instalaciones eléctricas 4. Evaluación y concientización del uso adecuado de las tomas eléctricas. 5. Realizar seguimiento a utilización de EPP	1. Evaluación de las instalaciones eléctricas de acuerdo al RETIE 2. Registro de capacitaciones 3. Registro entrega EPP	Higienista		
	Estado de conexiones eléctricas	Lesiones Quemaduras						
CONDICIONES LOCATIVAS	Sistemas de almacenamiento	Caidas Golpes Lesiones	Registro de incidentes y accidentes de trabajo	1. Investigación de incidentes y accidentes de trabajo 2. Evitar sobreesfuerzos 3. Capacitación y sensibilización en movimientos seguros 4. Retroalimentación de incidentes y accidentes de trabajo en COPASST 5. Demarcación y señalización del área	1. Investigación de incidentes y accidentes de trabajo 2. Registro de capacitaciones 3. Registro y actas de reunión COPASST 4. Normatividad	Higienista		
	Estructuras e instalaciones	Caidas Golpes Fracturas						
	Señalización inadecuada	Caidas Golpes						
		Lesiones						
ORDEN PÚBLICO	Condiciones de orden público	Lesiones a terceros	Indicadores de ausentismos y clima organizacional	1. Evaluación y seguimiento del clima organizacional 2. Campañas, recomendaciones y políticas para las actividades de ingreso y salida del personal a la empresa y hogar	1. Registros de evaluación y seguimiento del clima organizacional 2. Indicadores de ausentismos 5. Programa de promoción y prevención 6. Registro divulgación de las campañas, recomendaciones y políticas para las actividades de ingreso y salida del personal a la empresa y hogar	1. Proceso HSE 2. Proceso calidad 3. Proceso estratégico		
	Tránsito vehicular	Lesiones a terceros						
PSICOSOCIAL	Exceso de carga laboral	Estrés	Indicadores de ausentismos y clima organizacional	1. Evaluación y seguimiento del clima organizacional 2. Implementar herramienta 5's 3. Programas de promoción y prevención (Jornadas de salud) 4. Divulgación de política de estilos de vida saludable	1. Registros de evaluación y seguimiento del clima organizacional 2. Indicadores de ausentismos 3. Auditorías internas 4. Registros de capacitación 5. Programa de promoción y prevención 6. Registro divulgación de política de estilos de vida saludable	1. Proceso HSE 2. Proceso calidad 3. Proceso estratégico		
	Jornadas extensas	Estrés Problemas en relaciones personales						
BIOLÓGICO	Contaminación con virus y bacterias	Infecciones	Indicadores de ausentismos	1. Implementar herramienta 5's 2. Control de plagas 3. Capacitación y sensibilización sobre higiene personal 4. Programas de promoción y prevención (Jornadas de salud) 5. Divulgación de política de estilos de vida saludable	1. Indicadores de ausentismos 2. Auditorías internas 3. Registros de capacitación 4. Programa de promoción y prevención 5. Registro divulgación de política de estilos de vida saludable	1. Proceso HSE 2. Proceso calidad 3. Proceso estratégico		
	Presencia de plagas	Alergias Infecciones						

**Ilustración 44. Matriz de riesgos bajo Método William Fine**  
Fuente: (Autores, 2015)

### 11.3 RESULTADOS DE ENCUESTA DE MORBILIDAD SENTIDA

Se realizó una encuesta de morbilidad sentida a los dos operarios que laboran en la sección de silletería el día 2 de julio de 2015, los cuales contestaron 30 preguntas en su mayoría preguntas

cerradas de selección múltiple, con una duración de 30 minutos. A continuación se muestran los resultados de las encuestas:

Mediante estas encuestas se pudo identificar que los dos empleados manifiestan padecer de dolor de cabeza, dolor de cuello, espalda, cintura y dolores musculares, generalmente ocasionados por las actividades que realizan a diario como transporte de cargas y actividades repetitivas sin ayudas mecánicas para realizar dichas labores adicional que estas tareas las realizan estando de pie, a su vez se identifican situaciones de ruido en el puesto de trabajo que resultan un poco molestas en la jornada laboral debido a que los decibeles aumentan a medida que son utilizadas las máquinas y equipos, por ejemplo, cuando se hace uso del compresor el nivel de ruido se encuentra a 85 decibeles, pero hay momentos en el día en que se activan diferentes maquinas a la vez y alcanza los 129 decibeles ocasionando malestar entre los trabajadores del área por los picos de ruido que se generan, otro punto importante fue el tema de las condiciones locativas, puesto que argumentan que la iluminación en el puesto de trabajo no es la apropiada, es deficiente ya que se encuentra en 45 lux cuando lo mínimo permitido son 100 lux para zonas no pensadas para el trabajo continuo (áreas de almacén, vías de acceso) que corresponde a bajas exigencias visuales según la NTP 21.

También se pudo observar que los trabajadores tienen una buena alimentación, sin enfermedades hereditarias, pero el consumo de licor, cigarrillo y sedentarismo no contribuyen de buena forma en el estado de salud de los trabajadores, ocasionando en uno de ellos exceso de peso y en el otro trabajador peso bajo. De igual manera los dos trabajadores tienen claro la importancia de los equipos de protección personal (EPP) y los riesgos a los que se encuentran expuestos en su puesto de trabajo como los relacionados con vibraciones.

## 11.4 MÉTODO RULA

### 11.4.1 ESTUDIO TRABAJADOR NÚMERO 1

Como se puede evidenciar en el estudio realizado al trabajador 1 ubicado en el área de producción, sección silletería, se encuentra bajo una situación crítica en la ejecución de sus actividades, debido a los movimientos de esfuerzo que debe realizar, puesto que la máquina que es utilizada para doblar los tubos es hechiza, lo cual hace que el operario que la manipula ejerza mayor esfuerzo en sus miembros superiores e inferiores, que pueden causar lesiones de tipo musculoesquelético afectando la salud física y mental del trabajador. El método rula contempla unos límites para la calificación, para este caso presentó los siguientes resultados versus la calificación estandarizada por el método en cada parte evaluada:

#### Resultados Estudio Trabajador Numero 1

Tablas metodo Rula	Número de paso	Descripción	Resultados	Calificación Método Rula	Adicional	Total Puntuación
Tabla A Brazo Antebrazo Muñeca	1	Posición brazo:	90°	3	+1 Por brazo abduído	4
	2	Posición del antebrazo	58°	2		2
	3	Posición muñeca	13°	2		2
	4	Giro muñeca (Pronación o Supinación)	Pronación	1		1
	5	Tabulación y ubicación para puntuación subtotal tabla A				4
	6	Adicional postura estática y repetitiva	Repetitiva	1		1
	7	Fuerza de carga ejercida	3,241 kg/cm	1		1
	8	Puntuación total tabla A				<b>6</b>
Tabla B Cuello Tronco Piernas	9	Posición del cuello	11°	2	+1 Por inclinación del cuello +1 Por rotación del cuello	4
	10	Posición del tronco	13°	2	+1 Por inclinación lateral del tronco	3
	11	Posición piernas	De pie, peso distribuido en ambas piernas	1		1
	12	Tabulación y ubicación para puntuación subtotal tabla B				6
	13	Adicional postura estática y repetitiva	Repetitiva	1		1
	14	Fuerza de carga ejercida	3,241 kg/cm	1		1
	15	Puntuación total tabla b				<b>8</b>
Tabla C	16	Tabulación y ubicación para puntuación total tabla A Y tabla B = Tabla C				<b>7</b>

Ilustración 45. Resultados Estudio Trabajador Numero 1

Fuente: (Autores, 2015)

Por lo tanto mientras se llega a una solución más radical, se recomienda instruir por parte de la empresa al personal que realiza esta labor para que cambie las posturas y de esta forma evitar una lesión temprana, adicional se requieren cambios urgentes en el puesto de trabajo.

## 11.4.2 ESTUDIO TARABAJADOR NÚMERO 2

Como se puede evidenciar en el estudio realizado al Trabajador 2 ubicado en el área de producción, sección silletería, se encuentra bajo una situación crítica en la ejecución de sus actividades, debido a los movimientos de esfuerzo que debe realizar, puesto que la máquina que es utilizada para doblar los tubos es hechiza, lo cual hace que el operario que la manipula ejerza mayor esfuerzo en sus miembros superiores e inferiores, que pueden causar lesiones de tipo musculoesquelético afectando la salud física y mental del trabajador, y ocasionando que la empresa deba asumir gastos por este tipo de enfermedades. El método rula contempla unos límites para la calificación, para este caso presentó los siguientes resultados versus la calificación estandarizada por el método en cada parte evaluada:

### Resultados Trabajador Número 2

Tablas Método Rula	Número de paso	Descripción	Resultados	Calificación Método Rula	Adicional	Total Puntuación
Tabla A Brazo Antebrazo Muñeca	1	Posición brazo:	57°	3	+1 Por brazo abusado +1 Por hombro elevado	5
	2	Posición del antebrazo	59°	2	+1 Por antebrazo cruza línea central del cuerpo	3
	3	Posición muñeca	17°	3		3
	4	Giro muñeca (Pronación o Supinación)	Pronación	1		1
	5	Tabulación y ubicación para puntuación subtotal tabla A				7
	6	Adicional postura estática y repetitiva	Repetitiva	1		1
	7	Fuerza de carga ejercida	3,241 kg/cm	1		1
	8	Puntuación total tabla A				<b>9</b>
Tabla B Cuello Tronco Piernas	9	Posición del cuello	12°	2	+1 Por inclinación del cuello +1 Por rotación del cuello	4
	10	Posición del tronco	16°	2	+1 Por inclinación lateral del tronco	3
	11	Posición piernas	De pie, peso distribuido en ambas piernas	1		1
	12	Tabulación y ubicación para puntuación subtotal tabla B				6
	13	Adicional postura estática y repetitiva	Repetitiva	1		1
	14	Fuerza de carga ejercida	3,241 kg/cm	1		1
15	Puntuación total tabla b				<b>8</b>	
Tabla C	16	Tabulación y ubicación para puntuación total tabla A Y tabla B = Tabla C				<b>7</b>

### Ilustración 46. Resultados Trabajador Número 2

Fuente: (Autores, 2015)

Por lo tanto mientras se llega a una solución más radical, se recomienda instruir por parte de la empresa al personal que realiza esta labor para que cambie las posturas y de esta forma evitar una lesión temprana, adicional se requieren cambios urgentes en el puesto de trabajo.

### **11.4.3 ESTUDIO TRABAJADOR NÚMERO 2**

En comparación con el primer estudio realizado al Trabajador 1, se identificó que el Trabajador 2 está en una situación de mayor complejidad, en razón a que al momento de aplicar el método Rula, los dos obtuvieron el mismo resultado total 7, pero para la determinación de este resultado, los rangos para fijar el total estaban en un grado más alto como se evidencia comparando la tabla C de los dos trabajadores, se pudo observar que el señor Trabajador 2 utiliza técnicas poco recomendables para ejecutar la labor, debido que al momento de realizar la fuerza los brazos se encuentran abducidos y los hombros elevados, con respecto al antebrazo éste cruza la línea central del cuerpo y en las muñecas se pudo identificar que el operario maneja una inclinación hacia abajo que supera los 15°.

A partir de lo observado, se identificó que al momento de ejecutar la tarea los trabajadores se desplazan hacia atrás, lo que hace que el peso corporal de cada uno de ellos ayude a realizar el giro con menor dificultad, según los datos obtenidos en la encuesta de morbilidad sentida aplicada a los dos operarios estos manifiestan que es más cómodo realizar el giro hacia atrás; en este caso el Trabajador 1 realiza el dobléz con menor esfuerzo porque tiene un peso de 95 kg respecto al Trabajador 2 que tiene un peso de 56kg.

## **12 PROPUESTA REQUERIMIENTOS PROTOTIPO**

### **12.1 ORIGEN DE LA PROPUESTA**

Para la propuesta de prototipo se enfatizo directamente en la tarea del dobléz de espaldares en el área de producción de sillas, debido a que por políticas y decisiones de la compañía, las sillas deben ser fabricadas por ésta, con el fin garantizar el control de calidad de las sillas para pasajeros.

En razón a que actualmente la máquina es de tipo manual, los operarios se ven forzados a realizar los dobleces de los tubos por medio de apalancamiento utilizando una fuerza corporal que mínimo equivale a 3.241 kg/cm para efectuar la labor (según la ficha técnica del fabricante), que a su vez va acompañado de movimientos (ver resultados) con un desplazamiento de 2 metros durante un tiempo de 10 segundos por cada doblez y un tiempo total de 52 segundos para toda la actividad incluyendo dobleces y acomodación del tubo. Adicional a esto los empleados están realizando tareas repetitivas con malas posturas (ver resultados), que según el método Rula aplicado con el fin evaluar a los dos operarios directamente implicados en el proceso, se les identifico un alto riesgo de presentar una lesión, un accidente de trabajo o una enfermedad laboral de tipo musculoesquelético en los miembros de brazo, antebrazo, muñeca, cuello, tronco y piernas, que como consecuencia pueden alterar la salud física y mental de el trabajador 1 y trabajador 2, actuales operarios de la máquina.

Con el desarrollo de esta máquina se pretende acondicionar el puesto de trabajo en la actividad específica de doblar los espaldares, para que ésta realice la tarea de doblar la tubería de espaldares, simplificando la labor, evitando que el trabajador use su cuerpo para realizar dicha actividad evitando desplazamientos, malas posiciones y reduciendo tiempos, debido a que la máquina es la que va a generar el doblez, mientras que el operario solamente tendrá que accionar el aparato.

Adicional a lo anterior es necesario nombrar que la máquina actual fue hecha por la misma empresa y no cuenta con una regla para establecer las medidas, provocando de esta forma que el operario realice la labor con un metro o en muchas ocasiones ejecute la labor a “ojímetro”; generando imperfecciones que no son percibidas a la vista del ser humano pero pueden llegar a afectar la calidad del producto.

## 12.2 MÁQUINA ACTUAL

### Máquina actual

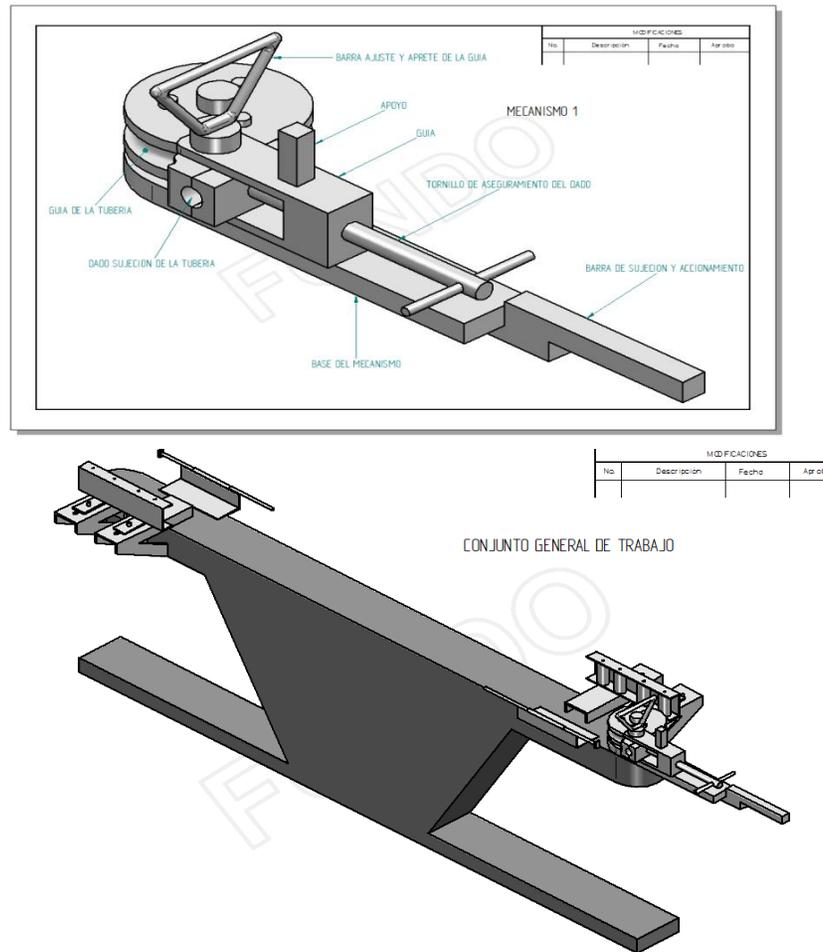


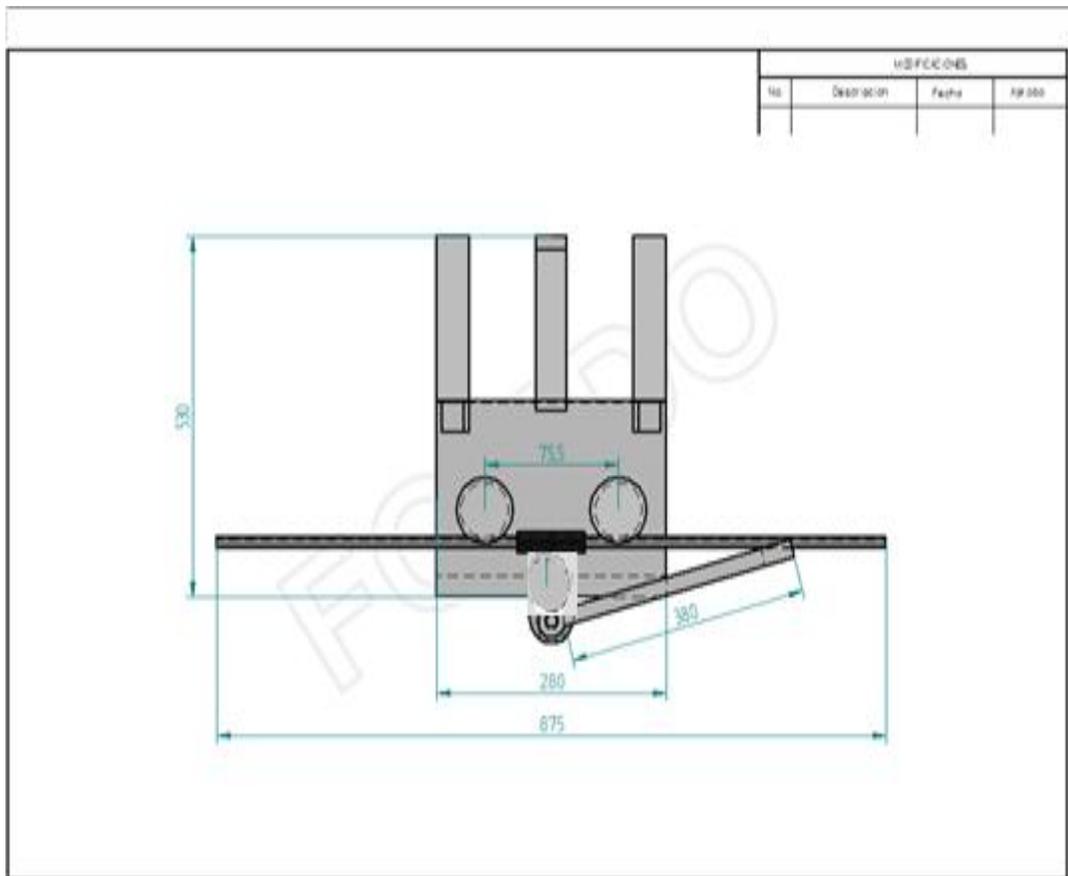
Ilustración 47. Máquina actual  
Fuente: (Autores, 2015)

## 12.3 PROPUESTA PROTOTIPO

### 12.3.1 DISEÑO PROTOTIPO

A continuación se muestra el prototipo

#### Prototipo



**Ilustración 48. Prototipo**  
Fuente: (Autores, 2015)

### 12.3.2 CÁLCULOS PROTOTIPO

A continuación se realiza el despeje de la fórmula para determinar la fuerza del motor

#### Cálculos para determinar la fuerza del motor

1 HP caballo de fuerza  $\longrightarrow$  5252 Libras Pies/Hp minuto

Torque del tubo aguanegra  
de 1/2 cal 0,080 = 3,241 Kg/cm  $\longrightarrow$  Conversión  $\longrightarrow$  6,531 libras/pie

Motores de baja velocidad 1750 RPM Revoluciones por minuto  $\longrightarrow$  (entre 0-1750)

Motores de alta velocidad 3000 RPM Revoluciones por minuto  $\longrightarrow$  (entre 1751-3000)

Velocidad Motor 1750 RPM  $\longrightarrow$  Se eligió este motor porque para realizar la tarea no es necesario un motor del alta velocidad y costoso

Formula para hallar HP 
$$\text{HP} = \frac{\text{RPM X TORQUE}}{5252 \text{ libras pies/Hp minuto}}$$

$$\text{HP} = \frac{1750 \text{ RPM X } 6,531 \text{ Libras/Pies}}{5252 \text{ libras pies/Hp minuto}} = 2,2 \text{ HP}$$

Se usara un Motoreductor 2 a 1 que duplicara la fuerza del motor y quedara con un fuerza de 4,4 HP

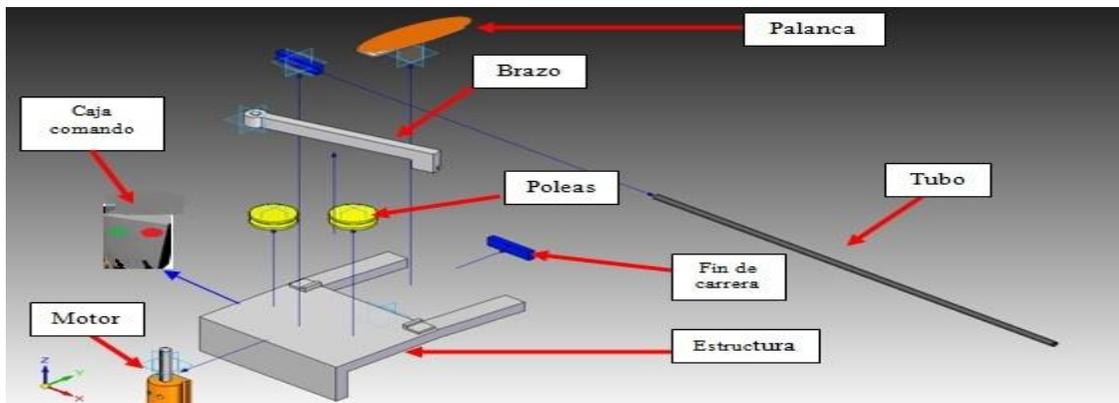
**Ilustración 49. Cálculos para determinar la fuerza del motor**

**Fuente: (Autores, 2015)**

### 12.3.3 PARTES, COMPOSICIÓN Y PRESUPUESTO DE LOS REQUERIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

A continuación se muestran las piezas y componentes que se necesitan para poder realizar el prototipo

#### Partes y composición requerimientos prototipo



**Ilustración 50. Partes y composición requerimientos prototipo**  
Fuente: (Autores, 2015)

<b>Presupuesto Requerimientos Prototipo</b>				
<b>Item</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
Tubo aguanegra de 1/2 en cal 0.80	Unidad	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
Motor de 2 (HP) caballos de fuerza con motoreductor 2 A 1	Unidad	1	\$ 420.000,00	\$ 420.000,00
Poleas en acero con canal para tubo de 1/2	Unidad	3	\$ 55.000,00	\$ 165.000,00
Escuadra en calibre 5/16 (estructura)	Unidad	1	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
Fin de carrera	Unidad	2	\$ 4.500,00	\$ 9.000,00
Brazo con polea	Unidad	1	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
Tornillos y tuercas varias medidas	Bolsa	1	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
Pintura laca azul corriente	Galon	1/4	\$ 80.000,00	\$ 20.000,00
Barniz	Galon	1/8	\$ 1.200.000,00	\$ 150.000,00
Thinner	Galon	1/8	\$ 11.000,00	\$ 1.375,00
Soldadura revestida 6013 de 1/8	Barras	4	\$ 2.000,00	\$ 8.000,00
Topes de caucho	Unidad	2	\$ 1.000,00	\$ 2.000,00
<b>Total</b>				<b>\$ 965.375,00</b>

**Ilustración 51. Presupuesto Requerimientos Prototipo**  
Fuente: (Autores, 2015)

### 12.3.4 DESCRIPCION FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO

#### Pasos 1 y 2

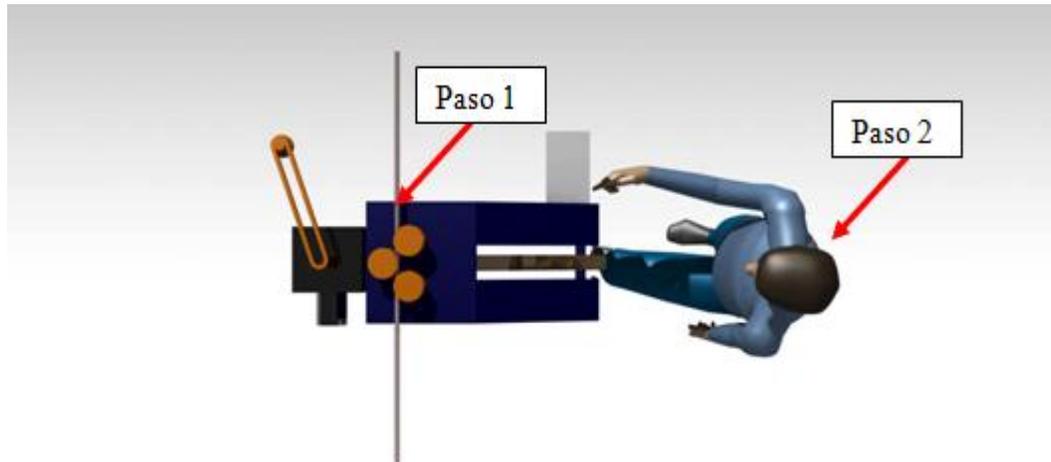


Ilustración 52. Pasos 1 y 2  
Fuente: (Autores, 2015)

Paso 1) Ubicar el tubo de ½ aguaneira en calibre 0,080, cortado anteriormente que tiene una medida de 1,6 metros de longitud

Paso 2) El operario se ubica frente a la máquina

#### Pasos 3, 4, 5 y 6

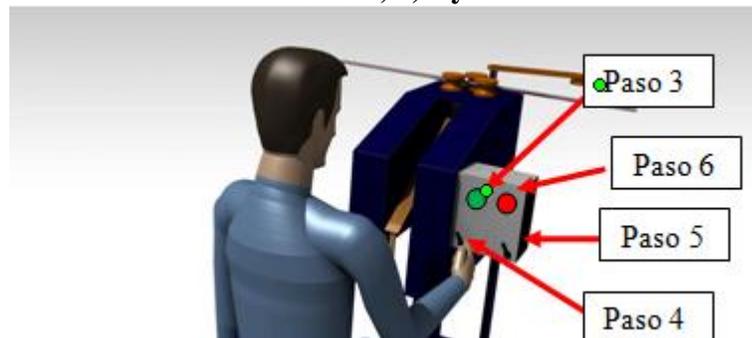


Ilustración 53. Pasos 3,4,5 y 6  
Fuente: (Autores, 2015)

Paso 3) Encender la maquina presionando el botón verde ubicado en la caja de comando

Paso 4) Accionar la perilla que se encuentra ubicado en la parte inferior izquierda de la caja de comando, para realizar el dobléz izquierdo (cuando se realiza el dobléz, la parte del tubo doblada acciona un fin de carrera que hace que pare el motor y que el brazo de la maquina se devuelva al punto inicial).

Paso 5) Accionar el que se encuentra ubicado en la parte inferior derecha de la caja de comando, para realizar el dobléz Derecho (cuando se realiza el dobléz, la parte del tubo doblada acciona un fin de carrera que hace que pare el motor y que el brazo de la maquina se devuelva al punto inicial).

Paso 6) Apagar la máquina accionando el botón rojo

Paso 7) Mover la polea uno hacia atrás con la palanca para poder retirar el espaldar.

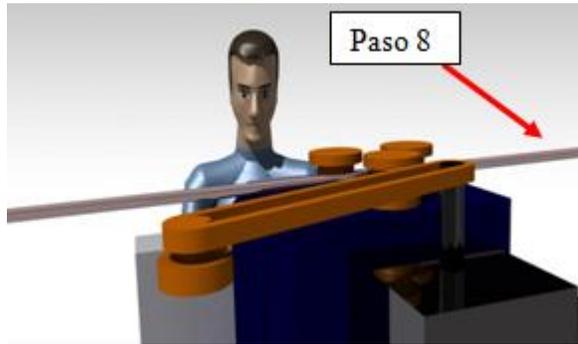
#### **Paso 7**



**Ilustración 54. Paso 7**  
**Fuente: (Autores, 2015)**

Paso 8) Retirar espaldar

**Paso 8**



**Ilustración 55. Paso 8**  
**Prototipo Fuente: (Autores, 2015)**

### **13. CONCLUSIONES**

1. Se puede concluir que el estudio del puesto de trabajo de la sección de sillettería fue esencial, en razón a que mediante la identificación de todas las actividades del proceso se pudo evidenciar la tarea de doblez como la actividad más crítica del proceso, puesto que el trabajador tiene que realizar un gran esfuerzo físico en la realización de la misma.
2. Los resultados de la aplicación del método RULA permiten confirmar la criticidad de la tarea de doblez en este puesto de trabajo, confirmando una puntuación de 7, correspondiente al nivel 4, lo cual implica un “cambio urgente en el puesto de trabajo o tarea”. A través de la aplicación del método en este puesto de trabajo se pudo determinar que los factores de riesgo son los movimientos repetitivos, acompañados de torsión e inclinación lateral y aplicación de fuerza, así como también las malas posturas; entre ellas levantamiento de hombros, abducción y pronación en la técnica de ejecución de la labor.
3. Mediante la encuesta de morbilidad sentida se definieron factores generales relacionados con los estilos de vida de los trabajadores los cuales permiten concluir que como factores adicionales a los evidenciados en la aplicación del método RULA, se encuentran el consumo de cigarrillo y alcohol, los cuales se suman a un estado de salud mejorable. Adicionalmente se pudo evidenciar que los factores de riesgo físico presentes en el ambiente de trabajo perturban el normal desarrollo de las actividades del puesto de trabajo.

## **14. RECOMENDACIONES**

1. Aunque se aplicó el método RULA, se evidenció que el puesto de trabajo de sillettería puede ser evaluado mediante instrumentos que permitan determinar otros factores de riesgo, por ejemplo del método REBA que contribuye en la identificación de los riesgos asociados por desplazamiento a los que el trabajador se expone, sumándole la carga postural. Adicional a lo anterior es de anotar que el método RULA no incluye el movimiento que el operario realiza hacia atrás con el tronco en el momento del giro, lo cual requeriría otro tipo de observación y análisis.

2. Es necesario la implementación de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica para el control del Riesgo Biomecánico identificando, evaluando e interviniendo los factores de riesgo ergonómico a través de una recolección sistemática, continua y oportuna de información sobre lesiones y patologías musculoesqueleticas que se presenten en la población. Cabe resaltar que actualmente no existen antecedentes por parte de la organización relacionados a las enfermedades de tipos musculoesqueleticas de los trabajadores.

3. Implementar estrategias de promoción y prevención para minimizar el consumo de cigarrillo y alcohol, mediante métodos que enfoquen en el Autocuidado del trabajador. Igualmente el desarrollo de campañas para incentivar hábitos de vida saludable, como alimentación saludable y práctica de actividad deportiva.

4. La información obtenida mediante el estudio permite actualizar la matriz de riesgos para tomar las medidas pertinentes y mitigar los riesgos ergonómicos asociados al puesto de trabajo evaluado con el fin de prevenir la alteración en la salud, bienestar e integridad del operario.

5. De acuerdo con la criticidad de la tarea seleccionada y los resultados obtenidos a través del método RULA, se plantea el diseño de un prototipo de máquina eléctrica dobladora que contará con un motor de dos caballos de fuerza (HP) y un motorreductor 2 A 1 que duplicará la fuerza a 4 (HP) y con ello ayudará a facilitar la ejecución de esta tarea, minimizando el esfuerzo

físico realizado por el operario que debe aplicar una fuerza equivalente a 3.241 kg/cm y así trabajar en la prevención de posibles lesiones, enfermedades y accidentes de tipo musculoesquelético.

## 15. REFERENCIAS

1. María Montiel, 2006, Valoración de carga postural y riesgo musculoesquelético en trabajadores de una empresa metalmeccánica, Maracaibo, Venezuela
2. Loo Claderon, 2014, Propuesta De Un Plan De Mejoras Ergonómicas Para Los Trabajadores Del Área De Inserción Y Despacho De La Compañía Anónima El Universo, <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4785/1/Tesis-Elton%20Loo%20Claderon.pdf>
3. Ministerio de la protección social, 2012, decreto Ley 1562 de 2012, Colombia Bogotá
4. Ministerio de la protección social, 2007, Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Desórdenes Músculo Esqueléticos (DME) relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain) Ministerio de la Protección Social, Colombia, universidad javeriana
5. Ministerio de la protección social, 2007, Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Hombro Doloroso Relacionado con Factores de Riesgo en el Trabajo, Colombia, Universidad Javeriana
6. Ministerio de la protección social, 2007, Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional Basada en la Evidencia para Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal Relacionados con la Manipulación Manual de Cargas y otros Factores de Riesgo en el Trabajo. Colombia, Universidad Javeriana
7. MsC. Grether Lucía Real Pérez, 2008, La Ergonomía en Cuba. Surgimiento y evolución, Venezuela, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos <http://www.monografias.com/trabajos83/ergonomia-cuba-surgimiento-y-evolucion/ergonomia-cuba-surgimiento-y-evolucion.shtml#ixzz3Wt9M6j>
8. Junta de acción castilla y león, 2008, Manual de trastornos Musculoesqueléticos, España
9. Ana María Gutiérrez Strauss, 2011, Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional en el proceso de evaluación para la calificación de origen de la enfermedad profesional, Colombia, Ministerio de la Protección social.

10. Antonio Águila Soto, Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales, España
11. Icontec, 2012, guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional , Colombia
12. Ana M. García., 2009, Ergonomía participativa: empoderamiento de los trabajadores para la prevención de trastornos musculoesqueléticos, Participatory Ergonomics: A Model for the Prevention of Occupational Musculoskeletal Disorders, Revista Española de Salud Pública
13. versión impresa ISSN 1135-5727
14. Instituto de Biomecánica de Valencia, 2004, Trabajo y envejecimiento. Mejora de las condiciones ergonómicas de la actividad laboral para la promoción de un envejecimiento saludable, España
15. Gutiérrez rubio A., 2001, Factores de riesgo y patología lumbar ocupacional, México
16. Wolfgang Laurig y Joachim Vedder, 1983, Enciclopedia De la OIT, Capitulo Ergonomía, <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/29.pdf>
17. Maurice de Montmollin, 1999, Introducción a la ergonomía: los sistemas hombres-máquinas, Limusa
18. Ministerio de la protección social. 2004, Manual Guía sobre Procedimientos para la Rehabilitación y Reincorporación Ocupacional de los Trabajadores en el Sistema General de Riesgos Profesionales, Colombia.
19. Universidad javeriana, 2010, Investigación Ergonómica para la industria Colombiana, Colombia
20. Almodóvar M, 2011 M GP. VII encuesta nacional de condiciones de trabajo. p. 1–57.
21. Tafur F, 2004, Informe de Enfermedad profesional en Colombia, Colombia Ministerio la Protección Social
22. Gutiérrez A. Soc. 2008 Guía técnica de Sistema de Vigilancia Epidemiológica en Prevención de Desórdenes Musculoesqueléticas en Trabajadores en Colombia. Colombia, Ministerio de la Protección Social
23. Ministerio de salud de chile, 2007. Norma técnica de identificación y evaluación de factores de riesgo de trastornos musculoesqueléticos relacionados al trabajo, chile

24. Taylor P. 1989, En: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. España
25. Rueda C. 2006 Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculoesqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain (GATI- DME). Colombia Ministerio de la Protección Social.
26. Zapata O., 2004, Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hombro Doloroso (GATI- HD) relacionado con Factores de Riesgo en el Trabajo, Colombia.
27. Juan Carlo Rubio. 2004, Métodos de evaluación de riesgos laborales, pag 191-192, España
28. Congreso de la República. 2012, ley 1562 de 2012. Diario oficial no. 48.488 del 11 de julio de 2012., Colombia.
29. Simonds, Grimaldi, 1996, La Seguridad Industrial y su Administración, México.
30. Claudia Galindo Botache y Sebastián Cantor Díaz, 2015, Línea de Tiempo SST Colombia, Colombia
31. Ministerio de trabajo y seguridad social. 1994 Decreto Ley 1295 de 1994. Artículo 1. Diario Oficial No. 41.405 del 24 de junio de 1994., Colombia
32. Icontec, 2008, Principios Para El Diseño Ergonómico De Sistemas De Trabajo, Pág. 1
33. OIT, 2014, salud y seguridad en el trabajo, Fuente OIT
34. MCATAMNEY, L. Y CORLETT, E. N., 1993, RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics, 24, pp. 91-99., <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
35. Elier Ríos, 2014, Método Rula, <https://www.youtube.com/watch?v=kjFJYq9sYJ0>

## 16. ANEXOS

### ANEXO 1. ENCUESTA DE MORBILIDAD SENTIDA

#### ENCUESTA DE MORBILIDAD SENTIDA

**OBJETIVO:** Identificar las principales molestias musculoesqueléticas de los trabajadores de SERVIENSAMBLES OLIMPICA

**INSTRUCCIONES:** Esta información será manejada de forma confidencial, se solicita para una mejor interpretación de los datos diligenciar todos los campos

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombres completos y apellidos: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Estatura: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_

1) Nombre del cargo actual: \_\_\_\_\_

2) Describa las actividades que realiza: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Marque con X la respuesta y justifique si lo considera**

3) Realiza otro tipo de actividades Deportivas, fuera de la Jornada laboral

Si

No

¿Cuál? \_\_\_\_\_

4) ¿Mantiene una alimentación sana?

Si

No

5) ¿Ingiere bebidas alcohólicas?

Frecuentemente

Ocasionalmente

Nunca

6) ¿Existen antecedentes de enfermedades hereditarias en su familia?

Si

No

¿Cuál? \_\_\_\_\_

7) ¿Fuma?

Frecuentemente

Ocasionalmente  
Nunca

8) ¿Cuánto tiempo lleva ejerciendo el cargo?

9) ¿Realiza pausas activas dentro de su jornada laboral?

Si  
No

10) ¿En el desarrollo de la labor permaneció?

De pie  
Sentado  
Agachado  
Suspendido

11) ¿Se encuentra sometido a estrés en la ejecución de sus actividades?

Si  
No

12) ¿Ha sufrido algún tipo de accidente en el desarrollo de sus actividades?

Si  
No

13) ¿Durante los exámenes médicos ocupacionales le han detectado alguna enfermedad profesional?

Si  
No

¿Cuál? \_\_\_\_\_

14) Indique si ha experimentado en el último año los siguientes síntomas

Síntomas	Si	No	Explique
Dolor de cabeza			
Dolor de cuello, espalda y caderas			
Dolor en miembros			
Tos frecuente			
Dificultad para respirar			
Gastritis, úlcera			
Otras alteraciones del sistema digestivo			

□

Alteraciones del sueño (insomnio, somnolencia)			
Dificultad para concentrarse			
Málgreo			
Nerviosismo			
Cansancio MENTAL			
Falpitaciones			
Cansancio MENTAL			
Cambios visuales			
Cansancio, fatiga			
Dificultad del oído			
Alteraciones en la piel			
Otras			

En el desarrollo de sus actividades laborales ha identificado las siguientes condiciones

- 15) ¿Conoce los riesgos a los que está sometido en su puesto de trabajo y las consecuencias que pueden traer para su salud?

Si

No

Justifique \_\_\_\_\_

- 16) ¿Ha recibido capacitación sobre el manejo de los riesgos a los que está expuesto?

Si

No

Justifique \_\_\_\_\_

- 17) ¿Considera que la iluminación de su puesto de trabajo es adecuada?

Si

No

Justifique \_\_\_\_\_

- 18) ¿La temperatura de su puesto de trabajo es adecuada?

Si

No

Justifique \_\_\_\_\_

- 19) ¿Percibe excesos de ruido en su puesto de trabajo?

Si

No

Justifique \_\_\_\_\_

20) ¿Las máquinas y herramientas que utiliza en su labor producen vibración?

Si

No

21) ¿Realiza labores que impliquen el uso de soldadura?

Si

No

22) ¿Las condiciones laborales son adecuadas?

Si

No

Justifique

23) ¿Manipula o está en contacto con productos químicos?

Si

No

24) ¿Hay presencia de polución en su puesto de trabajo?

Si

No

25) ¿En sus tareas le exigen realizar movimientos repetitivos?

Si

No

Justifique

26) ¿Su labor le exige laborar y transportar cargas?

Si

No

Justifique

27) ¿Cuenta con ayudas mecánicas para realizar dicha labor?

Si

No

28) ¿Está conforme con su horario laboral?

Si

No

Justifique

□

19) ¿El trabajo que realiza le permite utilizar sus habilidades y conocimientos?

si

no

Justifique

---

20) ¿Los elementos de promoción personal?

si

no

¿Cuáles?

---

## ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS MÁQUINA ACTUAL

**Imagen Máquina actual silletería**



### **ANEXO3. FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

#### **Formato de Consentimiento informado**

Día\_\_ Mes\_\_ Año\_\_\_\_\_

Yo \_\_\_\_\_ identificado con cédula de ciudadanía No \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, autorizo y certifico que he recibido y soy consciente que recibido información sobre un estudio de investigación en el cual se solicita mi colaboración por parte de Sebastian Darío Cantor Díaz y Claudia Galindo Botache estudiantes de la Especialización de Gerencia en Seguridad y Salud en el Trabajo para realizar una encuesta y a su respectivo análisis de resultados con fines investigativos, así como también autorizo la toma de muestras fotográficas siendo consecuente que la información obtenida es de carácter académico y el uso de esta información es para fines de un trabajo de investigación.

\_\_\_\_\_  
Firma