



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE
PROCESOS**

**EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS POR EL
MÉTODO DE RODGERS Y BRIEF/BEST EN EL PROCESO DE
GALVANIZADO Y PINTURA EN LA EMPRESA SEDEMI**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO INDUSTRIAL Y DE PROCESOS**

STEVEN ALONSO ABRIL IZA

DIRECTOR: ING. JULIO ALBERTO PAMBABAY, MSSO. MErgo.

Quito, Febrero 2018

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2018
Reservados todos los derechos de reproducción

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN



DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1720670718
APELLIDO Y NOMBRES:	ABRIL IZA STEVEN ALONSO
DIRECCIÓN:	VALLE DE LOS CHILLOS Urb "EL COLIBRI"
EMAIL:	steven_pm@hotmail.es
TELÉFONO FIJO:	022081686
TELÉFONO MOVIL:	0982456505

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS POR EL MÉTODO DE RODGERS Y BRIEF/BEST EN EL PROCESO DE GALVANIZADO Y PINTURA EN LA EMPRESA SEDEMI
AUTOR O AUTORES:	STEVEN ALONSO ABRIL IZA
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	FEBRERO 2018
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	JULIO ALBERTO PAMBABAY SANTACRUZ
PROGRAMA:	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO INDUSTRIAL Y DE PROCESOS
RESUMEN:	Este estudio se estableció a fin de identificar y evaluar el nivel de riesgo por exposición a posturas forzadas y su relación con el apareamiento de trastornos músculo esqueléticos, fue necesaria una investigación de las condiciones laborales en el personal de los procesos de galvanizado y pintura en la empresa metalmeccánica SEDEMI S.C.C, contando con la

ayuda de los diferentes departamentos de la compañía.

Se identificó los movimientos corporales en los diferentes puestos de trabajo: recepción de material, preparación y sujeción, tratamiento químico, limpieza y clasificación, baño de zinc y almacenamiento - despacho del material para el área de galvanizado; el departamento de pintura cuenta con: recepción de material, limpieza, aplicación de pintura y almacenamiento – despacho del material. Cada uno de estos puestos de trabajo tienen un tiempo exposición de 8 horas al día, laborando de lunes a viernes.

Para la evaluación de los factores de riesgos ergonómicos, se utilizó dos métodos: Rodgers o Muscle Fatigue Assessment (MFA) se enfoca en la fatiga muscular al realizar una tarea, a fin de obtener el nivel de urgencia de cambio mientras Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors / Brief Exposure Scoring Technique (BRIEF/BEST) analiza los principales factores de riesgo asociados con postura, fuerza, duración, frecuencia, estresores físicos complementarios y tiempo semanal de exposición en forma conjunta para todo el cuerpo.

	<p>También se utilizó el software Kinovea, para la medición angular, con el fin de identificar las posturas forzadas y analizar con las dos metodologías descritas. Al final se proponen estrategias de prevención, se cita aquellas medidas que implican cambios en las instalaciones y procedimientos de trabajo o adecuaciones en los procedimientos existentes.</p>
PALABRAS CLAVES:	Postura, TME, corporal, riesgo, Ergonomía.
ABSTRACT:	<p>This study had the main purpose of identify and evaluate the level of risk to expose to different and force positions and the muscle-skeleton disorders. Was necessary an investigation about the working conditions to the people who works in the galvanized and painting area in the metal mechanic factory SEDEMI S.C.C. with the help of the different departments of the company.</p> <p>It identified the body movements in the different work areas like: material reception, preparation and holding, chemical treatment, cleaning and classification area, zinc bath and storage, delivery material for the galvanized area.</p>

The painting department has: material reception, cleaning area, painting and storage application area, delivering material area.

Each of these areas of work are exposed 8 hours per day at work from Monday to Friday.

For the evaluation of the factors of ergonomic risks, it used 2 methods: Rodgers or Muscle fatigue assessment that is focus on muscle fatigue when you do something specific, with the purpose of get the immediately change; while Baseline Risk identification of ergonomic factors / Brief Exposure Scoring Risk Technique analyzed the main risk factors associated with the position, force, duration, frequency, complementary physical stressors and time a week of exposure for the whole body.

The use of the software Kinovea for angular measure with the main purpose of identify the wrong positions of the body and analyzed them with the 2 techniques already described.

At the end of the research, the strategies of prevention are described and name the things that need to change and procedures at work that

	need to check or modify some procedures at work.
KEYWORDS	Position, TME, Bodily, risk, ergonomic.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f. 

ABRIL IZA STEVEN ALONSO

1720670718

Quito, 7 de Febrero del 2018

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **JUAN ISRAEL BASSANTES SEGOVIA** con cédula de identidad N.-0502514029 en calidad de Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional de SEDEMI S.C.C autorizo a **STEVEN ALONSO ABRIL IZA**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación "Evaluación de riesgos ergonómicos por el método de RODGERS y BRIEF/BEST en el proceso de galvanizado y pintura en la empresa SEDEMI", basada en la información proporcionada por la compañía.



SEGURIDAD INDUSTRIAL

SEDEMI S.C.C.

JUAN ISRAEL BASSANTES SEGOVIA

CC. 0502514029

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ABRIL IZA STEVEN ALONSO**, CI 1720670718 autor del proyecto titulado: Evaluación de riesgos ergonómicos por el método de RODGERS y BRIEF/BEST en el proceso de galvanizado y pintura en la empresa SEDEMI previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial y de Procesos** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, Febrero del 2018

f:  _____

ABRIL IZA STEVEN ALONSO

1720670718

DECLARACIÓN

Yo **STEVEN ALONSO ABRIL IZA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Steven Alonso Abril Iza

C.I. 1720670718



CARTA DE AVAL DE LA EMPRESA

Yo, **Juan Israel Bassantes Segovia** con cédula de identidad N.- 0502514029 en calidad Jefe de Seguridad y Salud Ocupacional de SEDEMI S.C.C certifico que el Sr Steven Alonso Abril Iza realizó su trabajo de titulación con el tema “Evaluación de riesgos ergonómicos por el método de RODGERS Y BRIEF en el proceso de Galvanizado y Pintura en la empresa SEDEMI”, por requerimientos, y basada en la información proporcionada por la empresa. Los resultados del trabajo se entregaron el día 26 Enero 2018.




JUAN ISRAEL BASSANTES SEGOVIA

C.C. 0502514029

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "Evaluación de riesgos ergonómicos por el método de RODGERS Y BRIEF/BEST en el proceso de Galvanizado y Pintura en la empresa SEDEMI", que, para aspirar al título de Ingeniero Industrial y de Procesos fue desarrollado por STEVEN ALONSO ABRIL IZA, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27/y 28.



Ing. Julio Alberto Pambabay Santacruz, MSSO. MErgo.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1708904469

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo está dedicado a mi padre por su arduo esfuerzo y lucha diaria quien formó un ser humano responsable con valores e ideales, a mi madre quien es el soporte constante e inquebrantable en el desarrollo de mi vida, a mi hermana por la fe y confianza depositada en mí para conseguir este objetivo universitario, a todos quienes supieron guiar mi camino; un agradecimiento lleno de cariño por toda la paciencia y comprensión brindada.

Steven Alonso Abril Iza

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	7
2.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN POR EXPOSICIÓN A POSTURAS FORZADAS DE LA EMPRESA SEDEMI S.C.C EN LOS PROCESOS DE GALVANIZADO Y PINTURA	7
2.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	7
2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO E ILUSTRACIÓN DEL SOFTWARE DE ASISTENCIA EN LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS.....	8
2.4 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS EN EL TRABAJO	9
2.5 CRITERIO PARA LA PRESENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS	13
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
3.1 IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS CORPORALES EN LOS PROCESOS DE GALVANIZADO Y PINTURA	16
3.2 RESULTADOS DE LAS METODOLOGÍAS BRIEF/BEST Y AMF	18
3.3 PROPUESTA DE MEJORA PARA CONTROL DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS.....	20
3.3.1 FUENTE	20
3.3.2 MEDIO.....	21
3.3.3 RECEPTOR	22
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
4.1 CONCLUSIONES.....	23
4.2 RECOMENDACIONES	24
BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXOS	26

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1. Identificación de variables	8
Tabla 2. Plantilla BRIEF	10
Tabla 3. Plantilla BEST	11
Tabla 4. Plantilla MFA	12
Tabla 5. Clasificación del riesgo	13
Tabla 6. Edad de los trabajadores	15
Tabla 7. Identificación de movimientos corporales con Kinovea	16
Tabla 8. Evaluación del nivel de riesgo (BRIEF/BEST)	18

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Herramienta ángulo de la barra de herramientas especiales.....	9
Figura 2. Morbilidad en los años 2015 – 2017.....	14
Figura 3. Experiencia laboral	15
Figura 4. Lesiones preexistentes, existentes y molestias musculares.....	16
Figura 5. Postura forzada en espalda en pintura.....	17
Figura 6. Postura forzada en espalda en galvanizado.....	17
Figura 7. Identificación fatigas músculo esqueléticas en galvanizado.	19
Figura 8. Identificación fatigas músculo esqueléticas en pintura.	19

ÍNDICE DE ANEXOS

PÁGINA

ANEXO 1. Video cámara	26
ANEXO 2. Software Kinovea	27
ANEXO 3. Posturas forzadas galvanizado	28
ANEXO 4. Posturas forzadas pintura	34
ANEXO 5. Resultados en detalle de evaluación BRIEF/BEST en galvanizado	38
ANEXO 6. Resultados en detalle de evaluación BRIEF/BEST en pintura.....	39
ANEXO 7. Resultados en detalle de evaluación MFA en galvanizado.....	40
ANEXO 8. Resultados en detalle de evaluación MFA en pintura	41

RESUMEN

Este estudio se estableció a fin de identificar y evaluar el nivel de riesgo por exposición a posturas forzadas y su relación con el apareamiento de trastornos músculo esqueléticos, fue necesaria una investigación de las condiciones laborales en el personal de los procesos de galvanizado y pintura en la empresa metalmecánica SEDEMI S.C.C, contando con la ayuda de los diferentes departamentos de la compañía.

Se identificó los movimientos corporales en los diferentes puestos de trabajo: recepción de material, preparación y sujeción, tratamiento químico, limpieza y clasificación, baño de zinc y almacenamiento - despacho del material para el área de galvanizado; el departamento de pintura cuenta con: recepción de material, limpieza, aplicación de pintura y almacenamiento – despacho del material. Cada uno de estos puestos de trabajo tienen un tiempo exposición de 8 horas al día, laborando de lunes a viernes.

Para la evaluación de los factores de riesgos ergonómicos, se utilizó dos métodos: Rodgers o Muscle Fatigue Assessment (MFA) se enfoca en la fatiga muscular al realizar una tarea, a fin de obtener el nivel de urgencia de cambio mientras Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors / Brief Exposure Scoring Technique (BRIEF/BEST) analiza los principales factores de riesgo asociados con postura, fuerza, duración, frecuencia, estresores físicos complementarios y tiempo semanal de exposición en forma conjunta para todo el cuerpo.

También se utilizó el software Kinovea, para la medición angular, con el fin de identificar las posturas forzadas y analizar con las dos metodologías descritas. Al final se proponen estrategias de prevención, se cita aquellas medidas que implican cambios en las instalaciones y procedimientos de trabajo o adecuaciones en los procedimientos existentes.

Palabras Clave.- Postura, TME, corporal, riesgo, Ergonomía.

ABSTRACT

This study had the main purpose of identify and evaluate the level of risk to expose to different and force positions and the muscle-skeleton disorders. Was necessary an investigation about the working conditions to the people who works in the galvanized and painting area in the metal mechanic factory SEDEMI S.C.C. with the help of the different departments of the company.

It identified the body movements in the different work areas like: material reception, preparation and holding, chemical treatment, cleaning and classification area, zinc bath and storage, delivery material for the galvanized area.

The painting department has: material reception, cleaning area, painting and storage application area, delivering material area.

Each of these areas of work are exposed 8 hours per day at work from Monday to Friday.

For the evaluation of the factors of ergonomic risks, it used 2 methods: Rodgers or Muscle fatigue assessment that is focus on muscle fatigue when you do something specific, with the purpose of get the immediately change; while Baseline Risk identification of ergonomic factors / Brief Exposure Scoring Risk Technique analyzed the main risk factors associated with the position, force, duration, frequency, complementary physical stressors and time a week of exposure for the whole body.

The use of the software Kinovea for angular measure with the main purpose of identify the wrong positions of the body and analyzed them with the 2 techniques already described.

At the end of the research, the strategies of prevention are described and name the things that need to change and procedures at work that need to check or modify some procedures at work.

Keywords. - Position, TME, Bodily, risk, ergonomic.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Las lesiones músculo esqueléticas son un problema de salud con alta ocurrencia a nivel mundial, surgiendo tanto en países industrializados como en vías de desarrollo, Organización Mundial de Salud (OMS, 2017) afirma “Los riesgos ergonómicos representan una parte considerable de la carga de morbilidad derivada de enfermedades crónicas con un 37% de todos los casos de dorsalgia”, siendo esta una de los principales motivos para el desarrollo de esta investigación.

La Organización Mundial de Salud (2004) expone que “Trastornos músculo esqueléticos (TME) se entienden como problemas del aparato locomotor, es decir, de músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos y nervios. Esto abarca todo tipo de dolencias, desde las molestias leves y pasajeras hasta lesiones irreversibles y discapacitantes” (p. 8).

A nivel mundial el reporte de lesiones músculos esqueléticas en relación a los puestos de trabajo no siempre son notificadas a las autoridades correspondientes, a pesar de ser las más frecuentes, por lo que se requiere realizar una evaluación detallada para prevenir lesiones en los trabajadores con el fin de adecuar el trabajo a las condiciones del trabajador.

Se observan grandes pérdidas económicas debido a las enfermedades con origen en el trabajo asociadas a los trastornos músculo esqueléticos los costos económicos de los TME, en términos de días perdidos de trabajo e invalidez resultante, se calculan en 215 mil millones de dólares al año en Estados Unidos, según la Agencia Europea para la Seguridad y Salud los costos económicos de todas las enfermedades y accidentes de trabajo representan 2.6 a 3.8% del producto interno bruto, 40 a 50% de esos costos se deben a los trastornos músculo esqueléticos (Cantú y Arias, 2013, p. 2).

La ergonomía (o factores humanos) es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar con el fin de optimizar el bienestar humano y el sistema general actuación (IEA, 2017, p. 1).

La falta de atención a los aspectos ergonómicos en las organizaciones ocurre principalmente por el desconocimiento por parte del personal involucrado en el desarrollo de sus labores y de las consecuencias que estos pueden generar en su bienestar en los próximos meses o incluso años, lo cual genera un efecto directo sobre la salud de los trabajadores y también en la productividad y en la economía de la empresa (Yates, 2015, p. 481).

Para conseguir una verdadera efectividad y resultado es necesario la aplicación de la ergonomía en los procesos productivos, tomando en cuenta que el trabajar más y en mejores situaciones ayuda a desarrollar condiciones de trabajo saludables e incrementa la productividad de la empresa.

Es preciso entender a la Ergonomía como un conjunto de métodos y técnicas cuya aplicación consigue mejorar dos ámbitos:

- En el ámbito individual busca beneficios para la salud y el confort en el puesto de trabajo de las personas expuestas, es decir una mejor calidad de vida laboral y en consecuencia un mejor rendimiento del personal.
- En el ámbito colectivo de la empresa busca una productividad más alta, un ahorro en los costes por bajas o absentismo y una mejor imagen para el bienestar global de los trabajadores (Cubilla, 2012, p. 5).

Ministerio de Comercio Exterior (MCE, 2013) expone que “La industria metalmeccánica constituye un pilar fundamental en la cadena productiva del país, por su alto valor agregado, componentes tecnológicos y su articulación con diversos sectores industriales”. Ecuador se encuentra en desarrollo respecto a la investigación, referente con la valoración de riesgos

ergonómicos de los puestos de trabajo, en todos los sectores y especialmente en la industria metalmecánica, debido a su importancia en la matriz productiva y el número elevado de trabajadores expuestos a riesgos para lesiones músculo esqueléticas, razón por la cual se desconoce la magnitud del problema.

Servicios de Mecánica Industrial, Diseño, Construcción, Galvanizado y Montajes (SEDEMI, 2017) “es un grupo empresarial ecuatoriano, desde 1990 atiende los requerimientos de las industrias eléctrica, telecomunicaciones, petrolera, minera, vial y construcción en general; ofreciendo productos de calidad y servicios personalizados que garantizan la competitividad de la empresa y aumentan progresivamente el nivel de confianza en sus clientes”, para ello SEDEMI S.C.C tiene como cultura de prevención una política de seguridad de preservar la salud y seguridad de sus trabajadores por lo que requiere un análisis ergonómico en sus puestos de trabajo en busca de mejorar las condiciones ergonómicas y con esto disminuir el apareamiento de trastornos músculo esqueléticos para poder aumentar el confort y rendimiento de sus empleados, razón fundamental para aplicar evaluaciones de riesgo ergonómicos.

Mediante este trabajo de investigación se pretende Identificar y evaluar el nivel de riesgo por exposición a posturas forzadas y su relación con el apareamiento de trastornos músculo esqueléticos en los puestos de trabajo en los procesos de galvanizado y pintura de la empresa metalmecánica SEDEMI ubicada en la ciudad de Sangolquí, con el fin de promover un mejor ambiente de trabajo por lo que se planteó el objetivo general de:
Evaluar el riesgo ergonómico por el método de RODGERS y BRIEF/BEST en el proceso de galvanizado y pintura en la empresa SEDEMI.

Además para complementar el estudio y poder delimitar de mejor manera los hitos de este proyecto se contemplan los siguientes objetivos específicos:

- Identificar los movimientos corporales en los procesos de galvanizado y pintura.
- Evaluar los factores de riesgo ergonómico que inciden durante estos dos procesos y la tendencia a desarrollar trastornos músculo esqueléticos.
- Proponer una estrategia para el control y prevención de los riesgos ergonómicos encontrados en los puestos de trabajo.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN POR EXPOSICIÓN A POSTURAS FORZADAS DE LA EMPRESA SEDEMI S.C.C EN LOS PROCESOS DE GALVANIZADO Y PINTURA

Esta investigación fue realizada mediante indagación y análisis en el trabajo a fin de estudiar los contenidos de tarea para la industria metalmeccánica y los factores de riesgo causantes de lesiones o enfermedades asociadas con el trabajo en las diversas partes del cuerpo de los trabajadores expuestos.

2.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En las líneas de galvanizado y pintura se efectuó la aplicación del presente estudio, con una población de 65 trabajadores operativos, 35 del área de galvanizado y 30 de pintura, se determinó que el número de muestra será el total de la población.

La identificación del estado de salud inicial de los trabajadores se realizó en base de la información proporcionada respecto del número de incidentes y accidentes, coherentes con trastornos músculo esqueléticos en los procesos de galvanizado y pintura, desde el ingreso del personal hasta el año 2017.

Además, se solicitó datos informativos adicionales del personal para el estudio: edad, género, antigüedad en el puesto de trabajo y experiencia laboral relacionada previa; todo esto, a fin de establecer la relación causal entre el apareamiento de TME respecto de las diferentes variables, esta información útil gracias al apoyo del área médica, recursos humanos de SEDEMI y los registros históricos del personal, coleccionando con la respectiva confidencialidad en el tratamiento de los datos recaudados para la realización de un estudio descriptivo tipo transversal retrospectivo probabilístico, conforme a la tabla 1 (Rojas Cairampoma, 2015, p. 7).

Tabla 1. Identificación de Variables

Clasificación de variable	Definición Operacional	Tipo de Variable	Escala de Medición	Indicador	Instrumento
Edad	Edad del trabajador al comienzo de la investigación	Cuantitativa	Intervalo	Años - 18 a 25 - 26 a 40 - 41 a 65	RRHH
Genero	Identidad sexual de los trabajadores	Cualitativa	Nominal	Hombre Mujer	RRHH
Experiencia	Tiempo en el puesto de trabajo hasta la realización de la investigación	Cuantitativa	Intervalo	Años - menor a 1 - 1 a 5 - mayor de 5	Expediente administrativo RRHH
Trastornos músculo esqueléticos previos	Lesiones osteomusculares previas al puesto de trabajo actual	Cualitativa	Nominal	Diagnóstico examen pre ocupacional	Historia Clínica
Trastornos músculo esqueléticos	Lesiones osteomusculares generadas en el puesto de trabajo	Cualitativa	Nominal	Diagnóstico clínico del departamento médico	Historia Clínica

2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO E ILUSTRACIÓN DEL SOFTWARE DE ASISTENCIA EN LA EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS

Los puntajes de riesgo para las unidades de tareas en diversas áreas de trabajo se calculan en hojas de trabajo de Excel para el análisis estadístico descriptivo y se clasifican por nivel de riesgo para las diferentes partes del cuerpo. Un rango más alto indica un mayor riesgo reconocido por la encuesta BRIEF/BEST Y MFA para esa parte del cuerpo.

Para la evaluación de los ángulos posturales requeridos por las metodologías MFA y BRIEF/BEST se utilizará el software kinovea versión 0.8.15 con términos de licencia GNU General Public License versión 2, a través de la filmación de las tareas en todos los puestos de trabajo con una cámara de video Sony (Anexo 1) con un tiempo al menos de 30 minutos por tarea. Se procedió a ingresarlas en el ordenador y abrirlas con el Software Kinovea (Anexo 2), a continuación se utilizó los aplicativos de la interfaz del software

para poder comprobar las diferentes posiciones corporales que realizan los trabajadores, frecuencias de ejecución de tareas y tiempos de esfuerzos, como lo muestra la figura 1.

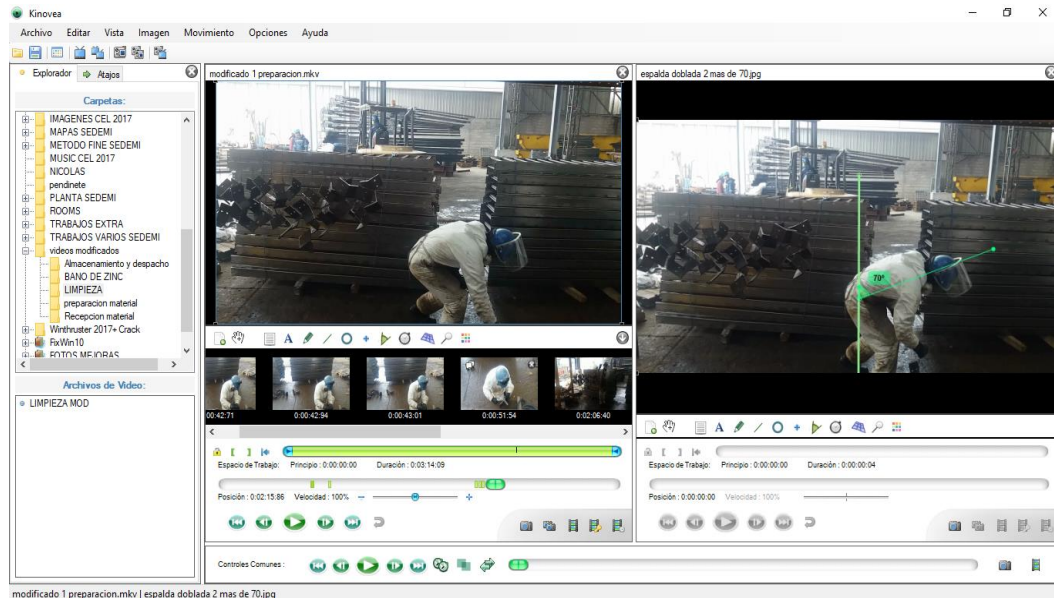


Figura 1. Herramienta ángulo de la barra de herramientas especiales.

Con la ayuda del software se realizó la medición de los ángulos posturales en los procesos de galvanizado (Anexo 3) y pintura (Anexo 4) a fin de identificar los niveles de riesgo y áreas del cuerpo mayormente afectadas.

2.4 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS EN EL TRABAJO

Los trabajos identificados a través indagación u observación fueron clasificados en función a las diversas unidades de tareas, de las cuales se registraron las características de las nociones en el trabajo para descubrir los posibles factores de riesgo. Posteriormente a la revisión de la literatura sobre las metodologías analíticas de la postura, las metodologías de investigación y análisis aplicables a las posturas de trabajo requieren cumplir tres criterios: simple, fácil de entender y confiable, determinando las siguientes: las encuestas Baseline Risk Identification of Ergonomic Factors (BRIEF) y Brief Exposure Scoring Technique (BEST) (Humantech, 2012), fueron utilizadas en esta investigación pues cumplen los tres criterios planteados.

Estas encuestas incluyen los factores de riesgo más comunes en el lugar de trabajo analizado y describe las reglas generales para identificar dichos factores de riesgo. Metal, Construcción y Afines de Unión General de Trabajadores (MCA-UGT, 2010) afirma “BRIEF analiza los factores de riesgo músculo esqueléticos más importantes (postura, fuerza, duración, frecuencia) en nueve áreas del cuerpo: mano/muñeca (derecha, izquierda); codo (derecho, izquierdo); hombro (derecho, izquierdo), cuello, espalda y piernas”, conjuntamente identifica la presencia o no de una serie de factores físicos complementarios (vibraciones, bajas temperaturas, impactos, uso de guantes inadecuados y compresiones de la piel) en las distintas partes de cuerpo, se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Plantilla BRIEF

EMPRESA TAREA		SEDEM S.C.C.		LUGAR DE TRABAJO		FECHA		TURNO		PIUESTO PRODUCTO																						
Paso 1 Información del trabajo																																
Paso 2 Identificar riesgos 2a- Marque los recuadros de Postura y fuerza si observa los factores de riesgos 2b- En aquellas partes marcadas con Postura o Fuerza marque los recuadros de duración y/o frecuencia cuando se exceden los límites.	Mano/Muñecas 	Codos 	Hombros 	Cuello 	Esalda 	Piernas 																										
POSTURA	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha																										
FUERZA	0	0	0	0	0	0																										
	Agarre "Pinch" o presión con dedos >= 2lb (0.9kg) o Agarre de Fuerza >= 10lb (4.5kg)		≥ 10lb (4.5 kg)		≥ 20 lb (9.1 kg)		≥ 25 lb (11.3 kg)		Reposapies ≥ 10 lb (4.5 kg)																							
DURACIÓN	≥ 10 seg	≥ 10 seg	≥ 10 seg	≥ 10 seg	≥ 10 seg	≥ 10 seg	≥ 10 seg	≥ 10 seg	≥ 10 seg	≥ 30% del día																						
FRECUENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
	≥ 30/min	≥ 30/min	≥ 27/min	≥ 27/min	≥ 27/min	≥ 27/min	≥ 27/min	≥ 27/min	≥ 27/min	≥ 27/min																						
RESULTADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																						
NIVEL DE RIESGO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO																					
Paso 3 Delimitar el Nivel de Riesgo	En la casilla de resultado, escribe el nivel del factor de riesgo (0-4) seleccionados para cada parte del cuerpo. Usando la tabla de la derecha, marque el Nivel de Riesgo		<table border="1"> <tr> <td>Puntaje</td> <td>Nivel de Riesgo</td> </tr> <tr> <td>3-0-4</td> <td>Alto (A)</td> </tr> <tr> <td>2-</td> <td>Medio (M)</td> </tr> <tr> <td>0-0-1-</td> <td>Bajo (B)</td> </tr> </table>		Puntaje	Nivel de Riesgo	3-0-4	Alto (A)	2-	Medio (M)	0-0-1-	Bajo (B)	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Marcar los estresores físicos observados</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Vibraciones (V)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Temperaturas Bajas (B)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Compresión de tejidos blandos (T)</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Impactos (I)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Guantes inadecuados (G)</td> </tr> </table>		Marcar los estresores físicos observados		1	Vibraciones (V)		Temperaturas Bajas (B)		Compresión de tejidos blandos (T)	1	Impactos (I)		Guantes inadecuados (G)	<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Usar las letras correspondientes para mostrar la ubicación de las presiones en el cuerpo</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Usar las letras correspondientes para mostrar la ubicación de las presiones en el cuerpo			
Puntaje	Nivel de Riesgo																															
3-0-4	Alto (A)																															
2-	Medio (M)																															
0-0-1-	Bajo (B)																															
Marcar los estresores físicos observados																																
1	Vibraciones (V)																															
	Temperaturas Bajas (B)																															
	Compresión de tejidos blandos (T)																															
1	Impactos (I)																															
	Guantes inadecuados (G)																															
Usar las letras correspondientes para mostrar la ubicación de las presiones en el cuerpo																																

(Humantech, 2012)

La metodología Muscle Fatigue Assessment (MFA) conocida como Rodgers fue utilizada como un medio para evaluar la cantidad de fatiga que se acumula en los músculos durante diversos patrones de trabajo dentro de un período de trabajo de cinco minutos. MFA es la metodología más apropiada para evaluar el riesgo de acumulación de fatiga en tareas que se realizan durante una hora o más y en las que se presentan posturas incómodas o esfuerzos frecuentes (Kodak's, 2004, p. 136).

MFA califica seis grupos de las partes del cuerpo que son: cuello/hombros, espalda, brazos/codos, muñecas, piernas/rodilla, pies/dedos, con el fin de obtener el nivel de urgencia el cual nos indicará si es bajo, alto o moderado. Las consideraciones a tomarse en la evaluación del método son: nivel del esfuerzo, tiempo de esfuerzo y frecuencia de utilización del músculo evaluado, como lo muestra la tabla 4 (Villalobos, 2003, p. 2).

Tabla 4. Plantilla MFA

Parte Del Cuerpo	Nivel de Esfuerzo	1= Ligero	Tiempo de Esfuerzo	1= < 6 seg	Frecuencia por minuto	1= <1 por min	Resultado	Criterio de Severidad	
		2= Moderado		2= Entre 6 y 20 seg		2= 1 a 5 por min			
		3= Fuerte		3= > 20 seg		3= >5 y hasta 15 por min			
CUELLO								Baja	2
HOMBROS								Baja	2
ESPALDA								Baja	2
BRAZOS / CODOS								Baja	2
MANOS/DEDOS /MUÑECAS								Baja	2
PIERNAS/RODILLAS TOBILLOS/PIES/ DEDOS								Baja	2
							URGENCIA DE CAMBIO		

Combinaciones de Severidad (Esfuerzo, Duración, Frecuencia)		
Baja (B) Severidad = 2	Moderada (M) Severidad = 5	Alta (A) Severidad = 7
Resto de combinaciones	123	223
	132	313
	213	321
	222	322
	231	323
	232	331
	312	332

(Kodak's, 2004)

Con la información de los cuestionarios habremos encontrado el nivel de urgencia de cambio, clasificado el riesgo y dispondremos del indicador específico, dicho valor que estará comprendido en la tabla 5.

Tabla 5. *Clasificación del Riesgo*

Puntuación de riesgo laboral	Prioridad
Entre 0-9	BAJO
Entre 10-29	MEDIO
Entre 30-49	ALTO
50+	MUY ALTO

(Humantech, 2012)

2.5 CRITERIO PARA LA PRESENTACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS

Para la presentación de la estrategia de control y prevención de riesgos ergonómicos se tomó en consideración la filosofía ISO, que busca implementar un proceso para la gestión de seguridad y salud en el trabajo, incluidos los riesgos de trastorno músculo esquelético (TME) y las mejoras ergonómicas.

Además, se consideró el marco legal de Ecuador y la organización mundial de la salud (OMS) como referencia para proponer las acciones correctivas o de mejora en los puestos de trabajo.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al momento de la recolección de datos se encontró que la jornada laboral fue de 9 horas al día con 1 hora almuerzo en turnos rotativos de acuerdo a la producción, se estudiaron 65 trabajadores operativos, 35 del área de galvanizado y 30 de pintura, se determinó que el número de muestra será el total de la población para la realización de las metodologías planteadas, el 100% de los operarios correspondió al sexo masculino.

Desde el año 2015 hasta 2017 la morbilidad general publicada por el dispensario médico de la empresa metalmecánica muestra que uno de los principales motivos de consulta son las afecciones osteomusculares; las mismas que concuerdan como principal argumento de investigación en el estudio, como se muestran en la figura 2.

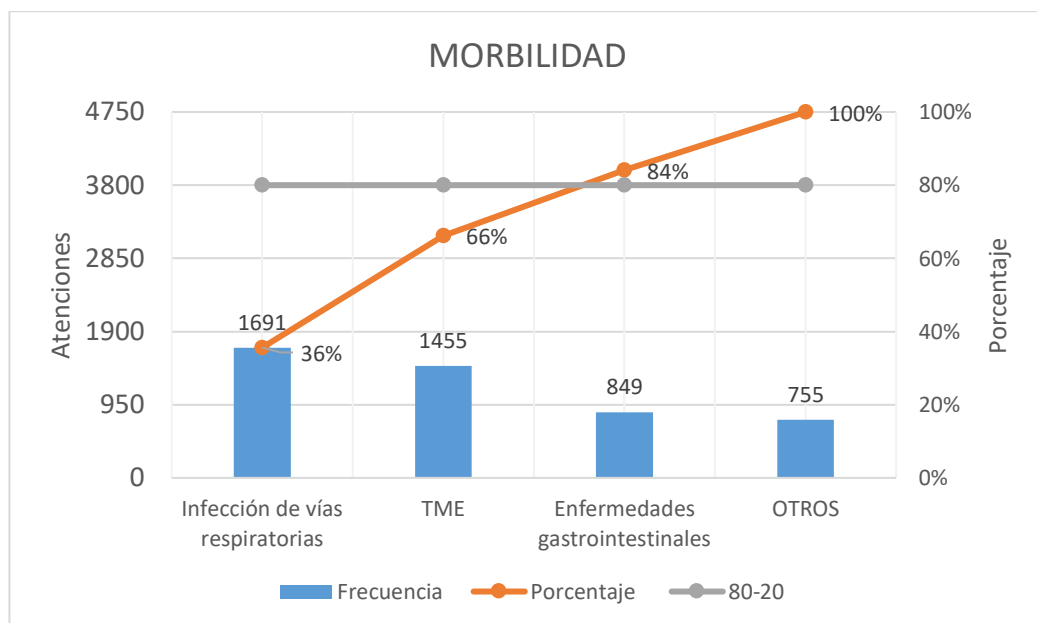


Figura 2. Morbilidad en los años 2015 – 2017

La edad media de los trabajadores es de 31 años con mínimo de edad de 18 años y un máximo de 62 años, otros datos relevantes están descritos en la tabla 6.

Tabla 6. Edad de los Trabajadores

Total	75
Moda	25
Mediana	31
Mediana	30
Máximo	62
Mínimo	18
Rango	44

Los trabajadores que desempeñan sus labores en las áreas de galvanizado y pintura realizando las diferentes actividades con un tiempo mayor a 5 años representan el 46%, conforme la figura 3.

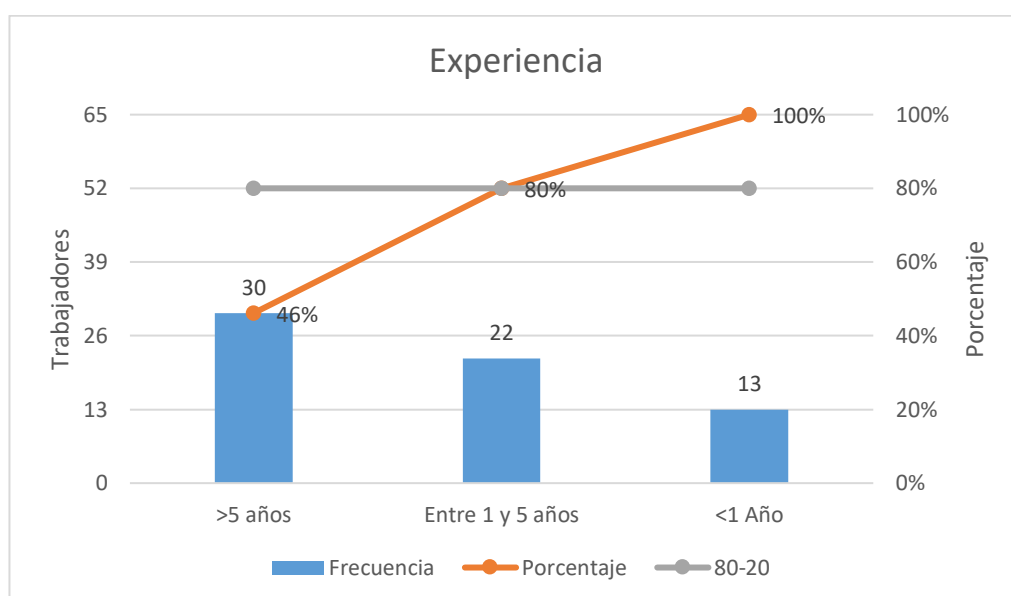


Figura 3. Experiencia laboral

Trece trabajadores presentan lesiones músculo esqueléticas preexistentes al ingreso de las diferentes áreas, simbolizando el 20% del personal, el 31% del personal presentan lesiones músculo esqueléticas generadas en los procesos de galvanizado y pintura, el 71% de los trabajadores expresaron presentar molestias músculo esqueléticas, conforme la figura 4.

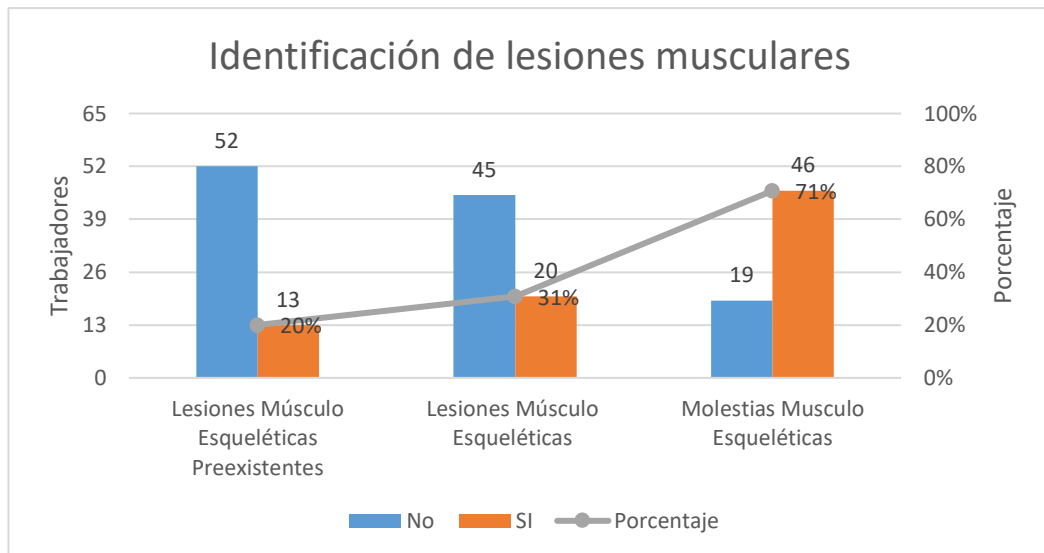


Figura 4. Lesiones preexistentes, existentes y molestias musculares.

3.1 IDENTIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS CORPORALES EN LOS PROCESOS DE GALVANIZADO Y PINTURA

Con el apoyo del software kinovea, a través de la filmación de las tareas en todos los puestos de trabajo, se determinó los ángulos de los movimientos corporales, entre las cuales se identificaron flexiones de espalda que sobrepasan los 20°, posturas de cuello mayores a los 30°, acciones al agacharse que exceden los 45° en el ángulo con las piernas, codos totalmente extendidos o que despuntan los 130°, manos dobladas y extendidas formando ángulos mayores a 45°, brazos levantados en posiciones superior a 45°, como lo muestra la tabla 7.

Tabla 7. Identificación de movimientos corporales con Kinovea

Galvanizado			
Parte del cuerpo	Movimiento corporal	Ángulo límite	Ángulo final
Mano Muñeca	Doblada	≥45°	48°
	Extendida	≥45°	47°
Codo	Totalmente Extendido	≥135°	135°
Hombros	Brazo levantado	≥45°	84°
Cuello	Doblado	≥30°	78°
	Extendido	≥30°	43°
Espalda	Doblada	≥20°	84°
Piernas	Agachado	≥45°	59°

Pintura			
Parte del cuerpo	Movimiento corporal	Ángulo límite	Ángulo final
Mano Muñeca	Doblada	$\geq 45^\circ$	46°
	Extendida	$\geq 45^\circ$	48°
Codo	Totalmente Extendido	$\geq 135^\circ$	151°
Hombros	Brazo levantado	$\geq 45^\circ$	45°
Cuello	Doblado	$\geq 30^\circ$	78°
	Extendido	$\geq 30^\circ$	40°
Espalda	Doblada	$\geq 20^\circ$	81°
Piernas	Agachado	$\geq 45^\circ$	49°

En la figura 5 se muestra un ejemplo de postura forzada en el proceso de pintura, en el puesto de trabajo de aplicación de pintura.



Figura 5. Postura forzada en espalda en Pintura.

En la figura 6 se presenta un ejemplo de postura forzada en el proceso de galvanizado, en el puesto de trabajo de preparación y sujeción de materiales.



Figura 6. Postura forzada en espalda en Galvanizado.

3.2 RESULTADOS DE LAS METODOLOGÍAS BRIEF/BEST Y AMF

En el análisis del trabajo, las operaciones involucradas se dividen en varias unidades de tareas, los resultados de las encuestas BRIEF/BEST Y AMF se analizaron en función de los puntajes por puestos de trabajo, tomando en cuenta los criterios moderado, alto y muy alto.

Los resultados de la encuesta BRIEF/BEST en los procesos de galvanizado (Anexo 5) y pintura (Anexo 6) identificaron que el nivel de riesgo laboral es alto, sin embargo existe un puesto de trabajo con riesgo muy alto y cuatro con categoría medio dos en el proceso de galvanizado y dos en pintura, como lo muestra la tabla 8.

Tabla 8. Evaluación del Nivel de Riesgo (BRIEF/BEST)

Galvanizado	
Puestos de trabajo	Riesgo Laboral
Recepción de Materiales	Medio
Preparación y Sujeción de Materiales	Muy alto
Tratamiento Químico	Medio
Baño de Zinc	Alto
Limpieza y Clasificación del Material	Alto
Almacenamiento y Despacho	Alto
Pintura	
Recepción de Materiales	Medio
Limpieza del Material	Alto
Aplicación Pintura	Alto
Almacenamiento y Despacho	Medio

Los resultados de la encuesta MFA en los procesos de galvanizado (Anexo 7) y pintura (Anexo 8) identificaron que el 43% del personal de galvanizado presenta fatigas músculo esqueléticas en el área de la espalda, conforme la figura 7.

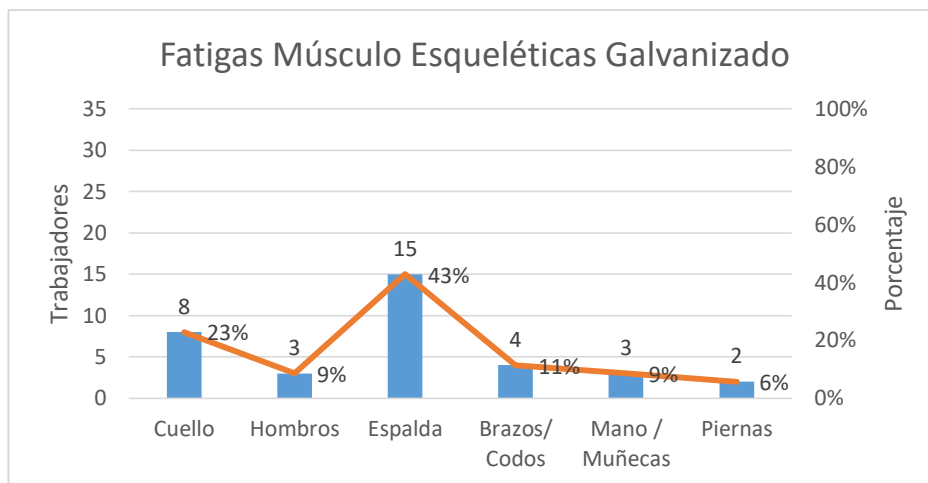


Figura 7. Identificación Fatigas Músculo Esqueléticas en galvanizado.

El 37% del personal de pintura presenta fatigas músculo esqueléticas en el área de la espalda, conforme la figura 8.

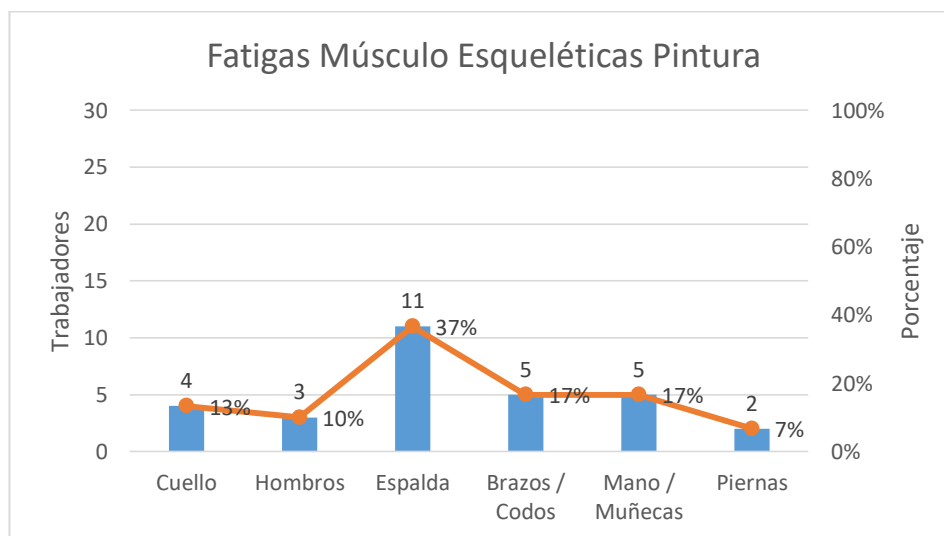


Figura 8. Identificación Fatigas Músculo Esqueléticas en pintura.

Las actividades con las mayores puntuaciones estarán priorizadas en el momento de definir cuáles son las mejoras que serán trabajadas.

Las metodologías BEST/BRIEF y MFA relacionaron los mecanismos de fatiga del músculo esquelético entendiéndola como un factor de riesgo laboral, intentando descubrir la causa, o probablemente las causas que generan afecciones músculo esqueléticas a los trabajadores, todo esto a fin de proponer estrategias de prevención y corrección, para así poder disminuir o eliminar el nivel de riesgo en el que se encuentran los operarios.

3.3 PROPUESTA DE MEJORA PARA CONTROL DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS

Con los resultados de los dos métodos se realizó una jerarquización de los riesgos según el nivel de riesgo que representa para los trabajadores, con este antecedente se identificaron oportunidades de mejora para los procesos de galvanizado y pintura las cuales se pueden implementar a corto, mediano y largo plazo, con una inversión dependiendo de la estrategia.

3.3.1 FUENTE

- Se sugiere la implementación de la metodología 5S que permita la ejecución de labores en forma organizada, ordenada y limpia en los dos procesos.
- Se recomienda realizar una evaluación específica para la manipulación manual de cargas, se propone la implementación de las normas ISO 11228-1 y ISO 11228-2 que determinan el valor límite de masa acumulada que pueden ser transportados, las fuerzas límite mediante tablas que establecen altura del agarre y frecuencia de empuje o arrastre.
- Desarrollar una política rotación de puestos de trabajo y cambio de tareas de los trabajadores acorde a la jerarquización del nivel de riesgo laboral y parte del cuerpo afectadas para los dos procesos.
- Realizar pausas de trabajo durante la jornada laboral, que permitan recuperar tensiones y descansar.
- Se recomienda realizar un estudio de diseño y distribución de almacenamiento en el puesto de trabajo de recepción de material, de los dos procesos para mejorar la utilización de espacios y evitar movimientos riesgosos.
- Elaborar dos soportes ergonómicos para el útil del puente grúa en el puesto de preparación - sujeción y de limpieza del material.
- Elevar las dos balanzas a una altura de 40cm desde el nivel del suelo, en los puestos de preparación - sujeción y de limpieza del material, simultáneamente instalar dos gradas de 20cm en el área de galvanizado.

- Instalación de dos estantes para el almacenaje de placas de sujeción y alambre en el área de galvanizado.
- Elaboración de tres estuches ergonómicos para la sujeción del control del puente grúa en los puestos de tratamiento químico y baño de zinc del proceso de galvanizado.
- Fabricación de mesas ergonómicas en los puestos de tratamiento químico y limpieza del material del proceso de galvanizado.
- Diseñar una herramienta ergonómica para la separación de material y retiro de excesos de zinc en el puesto de trabajo baño de zinc del proceso de galvanizado.
- Colocación de un esmeril con el fin de afilar limas en el puesto de trabajo de limpieza con un soporte ergonómico para el personal de limpieza de material en el área de galvanizado.
- Fabricación de dos plataformas regulables de 1200 x 1000 mm para el almacenamiento y clasificación del material mediano y pequeño en puesto de almacenamiento y despacho de material en el proceso de galvanizado y pintura.
- Diseñar caballetes de soporte con un estudio ergonómico en el área de pintura.
- Adquisición de 3 tableros para soporte de hojas, en los puestos de trabajo recepción de material y despacho – almacenaje de material en pintura.

3.3.2 MEDIO

- Generar un procedimiento de recepción y almacenamiento de material para clasificarlo según el nivel de urgencia y tamaño del material.
- Adquisición de una carretilla de transporte mediana para el área de recepción de material, en los dos procesos para evitar movimientos repetitivos con material mediano y pequeño.
- Adquisición de una tijera para alambre (cortapernos manual) en el puesto de preparación y sujeción del material en el proceso de galvanizado.

- Identificar y señalar la altura óptima para la llegada del útil con el puente grúa en el puesto de limpieza del material en el área de galvanizado.

3.3.3 RECEPTOR

- Es necesario crear un programa de capacitación sobre riesgos laborales y detección oportuna de afectaciones músculo esqueléticas para el personal de los dos procesos.
- Realizar un plan de valoración médica cada 6 meses con la colaboración del departamento médico.
- Crear un programa de pausas activas, enfocado en las partes del cuerpo mayormente afectadas.

Los modelos de sistemas de gestión de Occupational Health and Safety (OSH) ofrecen un proceso para la gestión de los riesgos medioambientales y de seguridad, incluidos los riesgos de trastorno músculo esquelético (TME) y las mejoras ergonómicas.

International Organization for Standardization (ISO, 2017) expone que “La norma 45001 está siendo desarrollada actualmente por un comité de expertos en seguridad y salud en el trabajo, y seguirá otros enfoques genéricos del sistema de gestión como ISO 14001 e ISO 9001, se publicará el próximo mes de marzo del 2018”. La aplicación de la estructura de la futura norma International ISO 45001 ayudará a mejorar la estructura de los sistemas existentes para la gestión de la seguridad. Todos estos sistemas ofrecen un marco, terminología común y familiar para gestionar los peligros del lugar de trabajo. Este mismo marco podrá aplicar para identificar, controlar y verificar sistemáticamente la reducción de los factores de riesgo que causan el TME en las áreas de galvanizado y pintura.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se logró identificar los movimientos corporales a través del software Kinovea, determinando la existencia del riesgo a posturas forzadas en todos los puestos de trabajo, entre las cuales se identificaron las flexiones de espalda que sobrepasan los 20°, posturas de cuello mayores a los 30°, acciones al agacharse que exceden los 45° en el ángulo con las piernas, codos totalmente extendidos o que despuntan los 130°, manos dobladas y extendidas formando ángulos mayores a 45°, brazos levantados en posiciones superior a 45°.
- BRIEF/BEST identificó el nivel de riesgo laboral de cada puesto de trabajo que representa para los trabajadores, relacionando la causa, o causas con la fatiga muscular y los trastornos del músculo esquelético.
- Se identificó el puesto de trabajo con mayor nivel de urgencia para realizar intervención, preparación y sujeción de materiales cuenta con un riesgo laboral muy alto.
- MFA localizó las partes del cuerpo mayormente castigadas con el entorno laboral en los procesos de galvanizado y pintura.
- La principal dolencia osteomuscular son las afectaciones dorso lumbares debido a la malas posiciones.
- Se plantó diversas estrategias, así como un modelo de prevención y de control en base a los resultados del estudio.
- El personal a pesar de padecer dolencias musculares no acuden en su totalidad para una valoración médica adecuada, lo que permitiría evitar la cronicidad de las mismas y el ausentismo laboral.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la breve aplicación de la propuesta de control de riesgos debido a los altos niveles de riesgo y partes del cuerpo afectadas que presentan los operarios en los procesos de galvanizado y pintura.
- Se recomienda realizar la identificación de factores de riesgo físicos y químicos debido a la naturaleza de los dos procesos.
- Se recomienda realizar un estudio de distribución de planta, para mejorar los espacios de circulación.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Cantú, L. A. (2013). Factores de riesgo de trastornos músculo-esqueléticos crónicos laborales. *Medicina Interna de México*, 10.
- Cubilla, E. H. (22 de Noviembre de 2012). *Introducción a la Ergonomía*. Obtenido de <http://es.calameo.com/read/0016376046f5c4718c4a6>
- Humantech. (2012). *Ergonomic Design Guidelines for engineers*. EUA: Hardcover.
- IEA. (15 de Octubre de 2017). *International Ergonomics Association*. Obtenido de www.iea.org: <http://www.iea.cc/whats/index.html>
- ISO. (01 de Noviembre de 2017). *International Organization for Standardization*. Obtenido de <https://www.iso.org/iso-45001-occupational-health-and-safety.html>
- Kodak's. (2004). *Ergonomics Design for People at Work*. Canada: John Wiley & Sons.
- MCA-UGT, C. y. (2010). *Buenas Prácticas para el diseño ergonómico de puestos de trabajo en el sector metal*. Madrid: UGT Comisión Ejecutiva Confederal.
- MCE, M. d. (8 de Junio de 2013). *Pro Ecuador*. Obtenido de <https://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/metalmecanica/>
- OMS. (2004). Prevención de trastornos músculo esqueléticos en el lugar de trabajo. *Serie de protección a los trabajadores*, 40.
- OMS. (1 de Noviembre de 2017). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs389/es/>
- Rojas Cairampoma, M. (2015). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *REDVET*, 14.
- SEDEMI. (11 de Diciembre de 2017). *SEDEMI*. Obtenido de <http://www.sedemi.com/index.php/nosotros>
- Tapia, M. O. (2012). *Interaprendizaje de Estadística Básica*. Ibarra: UTN.
- Villalobos, A. R. (2003). Clasificación y Análisis de Puestos De Trabajo atendiendo a la fatiga muscular en una línea de montaje de automóviles. *V Congreso de Ingeniería de Organización*, 10.
- Yates, W. D. (2015). *Safety Professional's Reference & Study Guide*. EEUU: Taylor & Francis Group.

ANEXOS

Anexo 1. Video cámara



Especificaciones Generales	
Marca	Sony
Modelo	DSC-W630/B
Color	Negro
Especificaciones de la Cámara	
Zoom Digital	16 M aprox. 20x / 10 M aprox. 6x / 5 M aprox. 8x / VGA aprox. 36x / 2 M (16:9) aprox. 12x
Medio de Grabación	Memoria Flash
Pantalla LCD	2.7" (230K pixeles)
Velocidad de Disparo	iAuto (2" - 1/1600) / Program Auto (1" - 1/1600)
Estabilizador de Imagen	SteadyShot
Flash	Autom. / Flash encendido / Sincronización lenta / Flash apagado
Resolución de Video	1280 x 720, 25 fps, Fino, aprox. 6 Mbps
Grabación de Audio	SI
Conexiones	Terminal multiuso (USB 2.0, Salida AV)
Fuente de Alimentación	Batería de Litio
Número Efectivo de Pixeles	16.1 MP
Micrófono Integrado	SI
Batería	Batería recargable Lithium N (NP-BN)
Duración de la Batería	Duración Aprox. 110 min
Características Físicas	
Dimensiones	91 x 52.2 x 19.1mm
Peso	100 gramos

Anexo 2. Software Kinovea



Anexo 3. Posturas forzadas galvanizado

Recepción de Materiales	
<p>Mano Muñecas</p>  A worker in a blue uniform and hard hat is bent over, handling materials on a wooden pallet. Two green circles are drawn around the worker's wrists to indicate potential strain.	<p>Codos</p>  A worker in a blue uniform and hard hat is walking while carrying a large metal component. Two green circles are drawn around the worker's elbows to indicate potential strain.
<p>Cuello</p>  A worker in a blue uniform and hard hat is bent over, handling materials on a wooden pallet. A green arrow points to the worker's neck, indicating a strain of 49°.	<p>Espalda</p>  A worker in a blue uniform and hard hat is bent over, handling materials on a wooden pallet. A green arrow points to the worker's back, indicating a strain of 48°.
<p>Piernas</p>  A worker in a blue uniform and hard hat is bent over, handling materials on a wooden pallet. A green arrow points to the worker's legs, indicating a strain of 59°.	

Anexo 3. Posturas forzadas galvanizado (continuación...)

Preparación y Sujeción de Materiales	
Mano Muñecas	Codos
	
Hombros	Cuello
	
Espalda	Piernas
	
	


Anexo 3. Posturas forzadas galvanizado (continuación...)

Tratamiento Químico	
Mano Muñecas	Cuello
	
Espalda	
	

Anexo 3. Posturas forzadas galvanizado (continuación...)

Baño de Zinc	
Mano Muñecas	Codos
	
Hombros	Cuello
	

Anexo 3. Posturas forzadas galvanizado (continuación...)

Limpieza y Clasificación del Material	
Mano Muñecas	Cuello
	
Espalda	Piernas
 	

Anexo 3. Posturas forzadas galvanizado (continuación...)

Almacenamiento y Despacho	
<p>Mano Muñecas</p> 	<p>Cuello</p> 
<p>Espalda</p> 	<p>Codos</p> 
<p>Piernas</p> 	

Anexo 4. Posturas forzadas pintura

Recepción Materiales	
Mano Muñecas	Cuello
	





Anexo 4. Posturas forzadas pintura (continuación...)

Limpieza del material	
<p>Mano Muñecas</p> 	<p>Cuello</p> 
<p>Espalda</p> 	<p>Codos</p> 
<p>Hombros</p> 	<p>Piernas</p> 

Anexo 4. Posturas forzadas pintura (continuación...)

Aplicación de Pintura	
<p>Mano Muñecas</p> 	<p>Cuello</p> 
<p>Espalda</p> 	<p>Codos</p> 
<p>Hombros</p> 	<p>Piernas</p> 

Anexo 4. Posturas forzadas pintura (continuación...)

Almacenamiento y Despacho	
<p>Mano Muñecas</p> 	<p>Cuello</p> 
<p>Espalda</p> 	<p>Codos</p> 
<p>Piernas</p> 	

Anexo 5. Resultados en detalle de evaluación BRIEF/BEST en galvanizado

Puestos de trabajo	Parte Del Cuerpo Afectadas		Resultado	Nivel de Riesgo	Factor de riesgo	Riesgo Laboral
Recepción de Materiales	Mano	Izq.	2	Medio	27	Medio
	Muñecas	Der.	2	Medio		
	Codos	Izq.	3	Alto		
		Der.	3	Alto		
	Cuello		2	Medio		
	Espalda		2	Medio		
Piernas		2	Medio			
Preparación y Sujeción de Materiales	Mano	Izq.	3	Alto	50	Muy alto
	Muñecas	Der.	3	Alto		
	Codos	Izq.	3	Alto		
		Der.	3	Alto		
	Hombros	Izq.	3	Alto		
		Der.	3	Alto		
	Cuello		3	Alto		
	Espalda		4	Alto		
	Piernas		2	Medio		
Tratamiento Químico	Mano	Izq.	3	Alto	18	Medio
	Muñecas	Der.	3	Alto		
	Cuello		2	Medio		
	Espalda		2	Medio		
Baño de Zinc	Mano	Izq.	3	Alto	34	Alto
	Muñecas	Der.	3	Alto		
	Codos	Izq.	2	Medio		
		Der.	2	Medio		
	Hombros	Izq.	3	Alto		
		Der.	3	Alto		
Cuello		3	Alto			
Limpieza y Clasificación del Material	Mano	Izq.	4	Alto	31	Alto
	Muñecas	Der.	4	Alto		
	Cuello		3	Alto		
	Espalda		2	Medio		
Almacenamiento y Despacho	Mano	Izq.	3	Alto	45	Alto
	Muñecas	Der.	3	Alto		
	Codos	Izq.	4	Alto		
		Der.	4	Alto		
	Cuello		3	Alto		
	Espalda		4	Alto		
Piernas		3	Alto			

Anexo 6. Resultados en detalle de evaluación BRIEF/BEST en pintura.

Puestos de trabajo	Parte Del Cuerpo Afectadas		Resultado	Nivel de Riesgo	Factor de riesgo	Riesgo Laboral
Recepción de Materiales	Mano	Izq.	2	Medio	12,8	Medio
	Muñecas	Der.	2	Medio		
	Cuello		3	Alto		
Limpieza del Material	Mano	Izq.	2	Medio	33	Alto
	Muñecas	Der.	2	Medio		
	Codos	Izq.	2	Medio		
		Der.	2	Medio		
	Hombros	Izq.	2	Medio		
		Der.	2	Medio		
	Cuello		3	Alto		
	Espalda		3	Alto		
	Piernas		2	Medio		
	Aplicación Pintura	Mano	Izq.	2		
Muñecas		Der.	2	Medio		
Codos		Izq.	2	Medio		
		Der.	2	Medio		
Hombros		Izq.	3	Alto		
		Der.	3	Alto		
Cuello			2	Medio		
Espalda			2	Medio		
Piernas			2	Medio		
Almacenamiento y Despacho		Mano	Izq.	2	Medio	25
	Muñecas	Der.	2	Medio		
	Codos	Izq.	2	Medio		
		Der.	2	Medio		
	Cuello		3	Alto		
	Espalda		3	Alto		
	Piernas		2	Medio		

Anexo 7. Resultados en detalle de evaluación MFA en galvanizado

Puestos de trabajo	Parte del cuerpo afectadas con urgencia de cambio	Número de trabajadores afectados	Resultado MFA	Criterio de Severidad	Total de trabajadores	
Recepción de Materiales	Espalda	2	222 231	Moderada	4	
	Brazos/codos	1	321	Moderada		
	Cuello	1	222	Moderada		
Preparación y Sujeción de Materiales	Cuello	1	223	Alta	6	
	Espalda	2	332	Alta		
	Brazos/codos	1	223	Alta		
	Manos/dedos/ muñecas	1	332	Alta		
	Hombros	1	212	Alta		
Tratamiento Químico	Manos/dedos/ muñecas	2	132	Moderada	4	
	Espalda	1	132	Moderada		
	Cuello	1	132	Moderada		
Baño de Zinc	Hombros	2	223	Alta	5	
	Brazos/codos	2	332	Alta		
	Cuello	1	232	Moderada		
				232		Moderada
	Cuello	3	231	Moderada		
Limpieza y Clasificación del Material			223	Alto	12	
			312	Moderada		
			232	Moderada		
			231	Moderada		
	Espalda	8	213	Moderada		
			232	Moderada		
			232	Moderada		
			213	Moderada		
		222	Moderada			
Almacenamiento y Despacho	Piernas/rodillas tobillos/pies/dedos	1	232	Moderada	4	
	Cuello	1	223	Alta		
	Espalda	2	332	Alta		
	Piernas/rodillas tobillos/pies/dedos	1	322	Alta		

Anexo 8. Resultados en detalle de evaluación MFA en pintura

Puestos de trabajo	Parte del cuerpo afectadas con urgencia de cambio	Número de trabajadores afectados	Resultado MFA	Criterio de Severidad	Total de trabajadores
Recepción de Materiales	Cuello	1	223	Alta	2
	Manos/dedos/muñecas	1	223	Alta	
Limpieza del Material	Cuello	1	222	Moderada	13
	Hombros	1	223	Alta	
	Espalda	7	223	Alta	
		223	Alta		
		223	Alta		
		223	Alta		
		223	Alta		
		322	Alta		
		223	Alta		
	322	Alta			
Manos/dedos/muñecas	1	223	Alta		
Brazos / codos	2	223	Alta		
Piernas/rodillas tobillos/pies/dedos	1	232	Alta		
Manos/dedos/muñecas	3	223	Alta		
Aplicación Pintura	Cuello	1	223	Alta	13
	Hombros	2	223	Alta	
	Espalda	4	332	Alta	
	Brazos / codos	3	321	Alta	
Almacenamiento y Despacho	Cuello	1	223	Alta	2
	Piernas/rodillas tobillos/pies/dedos	1	123	Moderada	