



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL

MENCIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y GESTIÓN AMBIENTAL

TEMA:

ESTUDIO ERGONÓMICO DEL PERSONAL DE SOLDADURA EN
EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DEL PROYECTO ACUEDUCTO
REPRESA LA ESPERANZA-REFINERÍA DEL PACÍFICO EN LA
PROVINCIA DE MANABÍ.

DIRECTOR DE TESIS

ING. CÉSAR AUGUSTO ARIAS MENDOZA

AUTOR:

CALVOPIÑA BRAVO MARÍA RAPHAELA

MANTA - MANABÍ - ECUADOR

2015-2016

CERTIFICACION

Quien suscribe, Ing. César Arias Mendoza en calidad de director del trabajo de tesis bajo el tema: **“Estudio ergonómico del personal de soldadura en el área de producción del proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico en la provincia de Manabí”**, elaborado por la señorita, Calvopiña Bravo María Raphaela, de la carrera de ingeniería industrial, **CERTIFICO**, que esta investigación ha sido desarrollada íntegramente por la proponente del proyecto y orientado el proceso por el suscrito.

La investigación y los resultados obtenidos en ella, como los criterios vertidos son de exclusiva responsabilidad y derecho del autor del trabajo.

Ing. César Arias Mendoza

AUTORIA

Las ideas, conceptos y resultados vertidos en este trabajo de tesis son de exclusiva responsabilidad del autor.

Calvopiña Bravo María Raphaela

130929928-5

DEDICATORIA

A mis padres por su lucha y entrega incondicional a lo largo de todos los años de mi vida, inculcando en mí respeto, honestidad, responsabilidad y sobre todo humildad para mi vida personal y profesional.

Dedico este proyecto de investigación a mi familia, amigos y compañeros de trabajo que me apoyaron en el desarrollo del mismo, brindándome ánimos, entusiasmo y energía para culminar con satisfacción este gran logro.

Raphaela Calvopiña Bravo

AGRADECIMIENTO

A Dios, mi directriz en todos los aspectos de mi vida y sobre todo en la realización de este proyecto de investigación.

Mis padres y hermanos, que gracias a sus esfuerzos he podido culminar una nueva etapa de formación académica, por su apoyo incondicional y el amor que me brindan.

Al decano y docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial, pero de manera muy especial al Ing. César Arias, tutor de tesis, por su aporte técnico quien gracias a su guía durante la realización del trabajo hizo posible la culminación del mismo.

A la Constructora Norberto Odebrecht por brindarme la oportunidad de realizar el presente proyecto de investigación, facilitándome la información requerida para el trabajo.

Al Responsable del área de Seguridad y Salud de la empresa, el Ing. Victor Boderó, quien me apoyó en la realización del proyecto y me guió de manera acertada y precisa.

Raphaela Calvopiña Bravo

RESUMEN

La siguiente Tesis de Grado hace referencia al desarrollo de un Estudio Ergonómico a los soldadores de producción electromecánica del área de pipe shop en el Proyecto de Construcción Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico, el cual brindará agua a Refinería y varios cantones de la provincia de Manabí.

La Constructora Norberto Odebrecht no ha realizado un estudio ergonómico a los soldadores del pipe shop, motivo por el cual se realiza el presente proyecto de tesis, con la finalidad de identificar cuáles son los riesgos ergonómicos de tipo biomecánico a los que están expuestos los soldadores y que pueden causar el desarrollo de trastornos músculo-esqueléticos, ausentismo laboral, fatiga en el trabajador y altos costos no previstos en el proyecto.

Es importante recalcar que la Gerencia de Sostenibilidad brindó apertura para poder llevar a cabo el presente proyecto de tesis y realizar las evaluaciones necesarias en el proceso.

Los métodos de evaluación empleados para el estudio ergonómico son métodos avalados y reconocidos internacionalmente, escogidos acorde a los riesgos ergonómicos identificados.

El costo de inversión es bajo por lo cual el proyecto es viable y realizable a corto plazo, para brindar un mejor ambiente de trabajo a los soldadores de producción electromecánica del área de pipe shop en el Proyecto Acueducto.

ABSTRACT

The following Thesis refers to the development of an ergonomic study welders electromechanical production area pipe shop in the Construction Project Aqueduct Represa the Hope-Pacific Refinery, which will provide water to refinery and several counties in the province Manabi.

Construtora Norberto Odebrecht has not ergonomic study welders pipe shop, why this thesis project is done, in order to identify ergonomic hazards biomechanically type are those who are exposed welders and which can cause the development of musculoskeletal, absenteeism, worker fatigue and high costs not covered by the project disorders.

It is important to note that the Sustainability Management opening provided to carry out the present thesis project and make the necessary assessments in the process.

The assessment methods used for ergonomic study are supported internationally recognized methods, chosen according to the identified ergonomic hazards.

The investment cost is low so the project is feasible and realizable in the short term, to provide better working environment for welders electromechanical pipe production shop area in the Aqueduct Project.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	4
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	5
ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS.....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
GLOSARIO DE TÉRMINOS	8
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPITULO I.....	14
ANTECEDENTES.....	14
1.1. Antecedentes de la organización.....	14
1.2. Estructura organizacional de la Constructora Norberto Odebrecht S.A.	16
1.3. Filosofía de la Empresa.....	20
Misión 20	
Visión 2020 de la organización Odebrecht.....	21
1.4. Política institucional.....	22
1.5. Flujograma de los procesos de construcción del acueducto La Esperanza-Refinería del Pacífico	23
1.6. Descripción de los procesos de Construcción del Acueducto La Esperanza-Refinería del Pacífico	23
1.7. Alcance	31
1.8. Situación Problemática	31
1.9. Formulación del problema.....	34
1.10. Justificación	34
1.11. Objetivos del Proyecto.....	37
Objetivo general.....	37
Objetivos Específicos	37
CAPÍTULO II	39
2. Antecedentes de la investigación	39
2.1. Marco Teórico.....	39
2.2. Marco Conceptual.....	43

2.2.1. Ergonomía	43
2.2.2. Principio Ergonómico	44
2.2.3. Trastornos Músculo-esqueléticos (TME)	44
2.2.4. Biomecánica	45
2.2.5. Biomecánica del Sistema Músculo-esquelético	45
2.2.6. Factores biomecánicos: Repetitividad, Fuerza y Postura	46
2.2.7. Soldadura.....	47
2.2.8. Molestias Músculo-esqueléticas	48
2.2.9. Métodos avalados de evaluación ergonómica	50
2.3. Marco Legal	78
2.4. Definición de términos	84
2.4.1. Peligro	84
2.4.2. Riesgo Laboral	84
2.4.3. Peligro ergonómico	85
2.4.4. Riesgo ergonómico	85
2.4.5. Riesgo biomecánico.....	85
CAPITULO III	86
3. Metodologías y diagnóstico.....	86
3.1. Diseño de investigación.....	86
3.2. Método de la investigación.....	86
3.3. Tipos de investigación	87
3.4. Población y muestra	88
3.5. Técnicas de investigación	88
3.6. Diagnóstico	89
CAPÍTULO IV.....	92
4. Resultados y discusión.....	92
4.1. Análisis, interpretación y discusión de los resultados.....	92
4.2. Presentación de resultados.....	94
4.2.1. Análisis de los resultados del Cuestionario Nórdico	94
4.2.2. Análisis de los resultados de la guía de evaluación rápida.....	101
4.2.3. Análisis de los resultados Metodología REBA	110
4.2.4. Análisis de los resultados Metodología RULA.....	118
CAPÍTULO V.....	125

5.	Impactos.....	125
5.1.	Propuesta para la solución del problema.....	126
5.2.	Soluciones de mejoras Técnicas	126
5.3.	Solución de mejora corporativa.	129
5.4.	Costos de la implementación de las propuestas.....	130
5.4.1.	Evaluación económica.....	130
5.4.2.	Inversión.....	130
5.4.3.	Equipo de protección personal	131
5.4.4.	Programa de vigilancia de la salud.....	132
5.5.	Beneficios que aportan las propuestas	132
5.6.	Flujo de fondos.....	134
5.7.	Análisis Financiero (Cálculo del VAN y TIR)	134
5.8.	Relación Beneficio/Costo	136
	Conclusiones.....	137
	Recomendaciones.....	139
	Bibliografía	140

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.....	Cuestionario Nórdico
Anexo 2.....	Evaluación rápida para identificación de riesgos, aceptables y altos para movimientos repetitivos y posturas estáticas.
Anexo 3.....	Evaluación REBA
Anexo 4.....	Evaluación RULA
Anexo 5.....	Programa de Gimnasia Laboral
Anexo 6.....	Especificaciones técnicas de las rodilleras de gel ergonómicas

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Personal administrativo de la Constructora Norberto Odebrecht S.A. en el Proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico.....	18
Tabla 2 Personal operativo de la Constructora Norberto Odebrecht S.A. en el Proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico.....	19
Tabla 3 Factores de riesgos biomecánicos más importantes y porcentaje de trabajadores expuestos.....	46
Tabla 4 Escala de clasificación para la puntuación de esfuerzo percibido.....	56
Tabla 5 Normativa adoptada por Ecuador.....	80
Tabla 6 Resultados de evaluación REBA.....	111
Tabla 7 Resultados obtenidos en método RULA.....	119
Tabla 8 Inversión inicial.....	131
Tabla 9 Costos de Equipos de Protección Personal.....	131
Tabla 10 Vigilancia de la salud.....	132
Tabla 11 Beneficios económicos del proyecto.....	133
Tabla 12 Flujo de fondos.....	134
Tabla 13 Valor Actual Neto de la inversión.....	135
Tabla 14 Tasa Interna de Retorno de la inversión.....	135
Tabla 15 Relación Beneficio Costo.....	136

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 estructura Organizacional De La Empresa En El Proyecto.	17
Ilustración 2 Mapa De Procesos De La Organización, Cliente, Proveedores Y Accionistas	20
Ilustración 3 Marcación Del Eje De La Zanja Del Ducto	24
Ilustración 4 Limpieza Del Derecho De Vía (Ddv)	25
Ilustración 5 Desfile De Tubería En Obra	26
Ilustración 6 Doblado De Tubería En Obra	26
Ilustración 7 Soldadura De Juntas En La Obra	27
Ilustración 8 Zanjado En Obra	28
Ilustración 9 Revestimiento De Juntas	29
Ilustración 10 Bajado De Tubería	30
Ilustración 11 Tapado De Zanja	30
Ilustración 12 Árbol De Problema	32
Ilustración 13 Árbol De Objetivos	38
Ilustración 14 Localización De Las Molestias Músculo-Esqueléticas	49
Ilustración 15 Molestias Músculo-Esqueléticas Más Frecuentes Por Sector De Actividad	49
Ilustración 16 Factores De Riesgo En Movimientos Repetitivos	51
Ilustración 17 Flexión Del Hombro A 80°	51
Ilustración 18 Abducción De Hombro A 80°	52
Ilustración 19 Flexo-Extensión De Codo Superior A 60°	52
Ilustración 20 Prono-Supinación De Codo Superior A 60°	53
Ilustración 21 Flexo-Extensión De Muñeca Superior A 45°	53
Ilustración 22 Desviación De Muñeca Superior A 20°	54
Ilustración 23 Agarre De La Mano Inadecuado	54
Ilustración 24 Fórmula De Frecuencia	55
Ilustración 25 Evaluación Rápida Para Identificación De Riesgos En Nivel Aceptable Para Movimientos Repetitivos	57
Ilustración 26 Evaluación Rápida Para Identificación De Riesgos En Nivel Alto Para Movimientos Repetitivos	58
Ilustración 27 Factores De Riesgo En Posturas Forzadas	59
Ilustración 28 Flexión De Cuello Superior A 40°	60
Ilustración 29 Inclinación Lateral Del Cuello Superior A 10°	60
Ilustración 30 Torsión Del Cuello Superior A 45°	61
Ilustración 31 Flexión De Tronco Superior A 20°	61
Ilustración 32 Inclinación Lateral Del Tronco Superior A 10°	62
Ilustración 33 Torsión Del Tronco Superior A 10°	62
Ilustración 34 Flexión De Hombro Superior A 80°	63
Ilustración 35 Abducción De Hombro A 80°	63

Ilustración 36 Flexo-Extensión De Codo Superior A 80°	64
Ilustración 37 Prono-Supinación Superior A 60°	64
Ilustración 38 Flexo-Extensión De Muñeca Superior A 45°	65
Ilustración 39 Desviación De Muñeca Superior A 20°	65
Ilustración 40 Flexión De Rodilla Sentada A 40° Y Flexión De Pie Superior A 135°	66
Ilustración 41 Dorsiflexión De Tobillo Superior A 20°	66
Ilustración 42 Flexión Plantar De Tobillo Superior A 50°	67
Ilustración 43 Evaluación Rápida Para Identificación De Riesgos En Nivel Aceptable Para Posturas Estáticas	68
Ilustración 44 Cuestionario Nórdico	69
Ilustración 45 Análisis De Brazo, Antebrazo Y Muñeca	71
Ilustración 46 Análisis De Cuello, Tronco Y Piernas	72
Ilustración 47 Análisis Del Grupo A (Tronco, Cuello Y Piernas)	75
Ilustración 48 Análisis Del Grupo B (Brazos, Antebrazos Y Muñecas)	76
Ilustración 49 Datos Generales De Soldadores	95
Ilustración 50 Resultados A La Pregunta No. 1 Del Cuestionario Nórdico	95
Ilustración 51 Respuestas A La Pregunta No. 2 Del Cuestionario Nórdico	96
Ilustración 52 Resultados A La Pregunta No. 3 Del Cuestionario Nórdico	96
Ilustración 53 Resultados A La Pregunta No. 4 Del Cuestionario Nórdico	97
Ilustración 54 Resultados A La Pregunta No. 5 Del Cuestionario Nórdico	97
Ilustración 55 Resultados A La Pregunta No. 6 Del Cuestionario Nórdico	98
Ilustración 56 Resultados A La Pregunta No. 7 Del Cuestionario Nórdico	98
Ilustración 57 Resultados A La Pregunta No. 8 Del Cuestionario Nórdico	99
Ilustración 58 Resultados A La Pregunta No. 9 Del Cuestionario Nórdico	99
Ilustración 59 Resultados A La Pregunta No. 10 Del Cuestionario Nórdico	100
Ilustración 60 Resultados A La Pregunta No. 11 Del Cuestionario Nórdico	100
Ilustración 61 Resultados A La Pregunta No. 1 De La Evaluación Rápida	101
Ilustración 62 Resultados A La Pregunta No. 2 De La Evaluación Rápida	102
Ilustración 63 Resultados A La Pregunta No. 3 De La Evaluación Rápida	102
Ilustración 64 Resultados A La Pregunta No. 4 De La Evaluación Rápida	103
Ilustración 65 Resultados A La Pregunta No. 5 De La Evaluación Rápida	103
Ilustración 66 Resultados A La Pregunta No. 6 De La Evaluación Rápida	104
Ilustración 67 Resultados A La Pregunta No. 1 A La Evaluación Rápida	105
Ilustración 68 Resultados A La Pregunta No. 2 De La Evaluación Rápida	105
Ilustración 69 Resultados A La Pregunta No. 3 De La Evaluación Rápida	106
Ilustración 70 Resultados A La Pregunta No. 4 De La Evaluación Rápida	106
Ilustración 71 Resultados A La Pregunta No. 5 De La Evaluación Rápida	107
Ilustración 72 Resultados A La Pregunta No. 6 De La Evaluación Rápida	107
Ilustración 73 Resultados A Las Preguntas No. 1,2 Y 3 De La Evaluación Rápida	108
Ilustración 74 Resultados A Las Preguntas No. 4, 5, 6 Y 7 De La Evaluación Rápida	109
Ilustración 75 Resultados A La Preguntas No. 8, 9, 10 Y 11 De La Evaluación Rápida	109
Ilustración 76 Relación Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 1 Posturas 1 Y 2	113

Ilustración 77 Relación Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 1 Postura 3	114
Ilustración 78 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 2 Postura 1	114
Ilustración 79 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 2 Postura 2	115
Ilustración 80 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 3 Postura 1	115
Ilustración 81 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 3 Postura 2	116
Ilustración 82 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 4 Postura 1	116
Ilustración 83 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 4 Postura 2	117
Ilustración 84 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 5 Postura 1	117
Ilustración 85 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 5 Postura 2	118
Ilustración 86 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 1	120
Ilustración 87 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 2	120
Ilustración 88 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 3	121
Ilustración 89 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 4	121
Ilustración 90 Relación De Puesto De Trabajo Vs. Área Corporal Soldador 5	122
Ilustración 91 Grupo Etario - Soldadores	122
Ilustración 92 Antigüedad De Soldadores En El Proyecto	123
Ilustración 93 Diseño De Soporte Lumbar/Dorsal	127
Ilustración 94 Medidas Para Soporte Lumbar/Dorsal	128
Ilustración 95 Diseño De Rodilleras De Gel	129

ÍNDICE DE FLUJOGRAMAS

Flujograma 1 Procesos en el Área de Producción-Ductos	23
Flujograma 2 Actividades en Pipe Shop.....	34
Flujograma 3 Actividades Realizadas en el Proyecto	92

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Período de descanso para Posturas Estáticas	77
--	----

GLOSARIO DE TÉRMINOS

DS: Director Superintendente de Ecuador.

C.N.O: Abreviatura de Constructora Norberto Odebrecht.

CENEA: Centro de Ergonomía Aplicada de España.

TI: Abreviatura del área Tecnología de la Información, aquella que brinda apoyo en temas informáticos, comunicación dentro de la obra.

Procura: Área del proyecto cuya responsabilidad es realizar la compra de materiales críticos a proveedores fuera del Ecuador, importación y traslado de equipos desde el país de origen hasta la obra, salvaguardando el buen estado de equipo y garantizando su correcto arribo al proyecto.

Servicios Generales: Área que se encarga de brindar apoyo a las demás áreas del proyecto en temas de hospedaje, alimentación, movilización, limpieza, guardianía, etc.

Fiscalización: Empresa responsable de verificar el fiel cumplimiento de las normas nacionales e internacionales, diseños y presupuestos establecidos en el contrato entre el cliente y la contratista.

Contratista: Constructora Norberto Odebrecht.

Cliente: Refinería del Pacífico.

RDP: Abreviatura de Refinería del Pacífico.

DDV: El DDV o Derecho de Vía es el área de influencia en donde se llevan a cabo los procesos de construcción de la tubería de conducción y además es la zona de tránsito de la maquinaria.

SMAW: Siglas en inglés que refiere al proceso de soldadura automático.

GTAW o TIG: Siglas en inglés que refiere al proceso de soldadura manual.

Juntas: Unión de suelda entre dos tubos.

Mantas termocontraíbles: Material con el cual realizan el recubrimiento externos de las juntas de la tubería una vez soldada.

Holiday detector: Herramienta mediante el cual realizan las pruebas holiday a las juntas de la tubería una vez que han sido revestidas con las mantas termocontraíbles.

Sidebooms: Maquinaria pesada utilizada para realizar el izado y bajado de tubería.

Acciones técnicas: Son acciones manuales o movimientos elementales, necesarios para conformar la tarea designada en el puesto de trabajo.

Ciclo de trabajo: Es la sucesión de acciones que siempre se repiten de la misma manera, puede durar desde pocos segundos hasta varios minutos dependiendo de las acciones que lo compongan.

Tarea repetitiva: Es una tarea o una actividad dentro de la jornada de trabajo que se caracteriza por estar compuesta de ciclos que se repiten. También se consideran

tareas repetitivas cuando la actividad que se desarrolla en la jornada de trabajo, está compuesta por movimientos o acciones que tienen los mismos gestos durante más del 50% del tiempo de duración de la tarea.

Pausas: Las pausas adecuadas pueden disminuir el riesgo por movimientos repetitivos. Una pausa se considera como un tiempo de inactividad de la extremidad que realiza la tarea, mientras menos pausas adecuadas existan en la jornada de trabajo, el factor de riesgo será mayor.

Límite articular: Es el punto máximo que tiene cada segmento corporal o articulación (brazo, tronco, cuello, etc.) al que el cuerpo puede llegar sin generar ningún daño en músculos, huesos, ligamentos o tendones.

Contracción muscular: Es el proceso fisiológico en el que los músculos desarrollan tensión y se acortan, estiran o pueden permanecer de la misma longitud.

Postura estática: Es la posición que adopta un segmento del cuerpo ya sea cuello, tronco, brazo, etc, con una contracción muscular prolongada sin producir movimiento durante por lo menos cuatro segundos manera consecutiva.

Postura dinámica: Es aquella posición que se adopta con cambios continuos de diferentes grupos musculares ya sea en cabeza, tronco, brazo, etc, y con cambios en los movimientos de las articulaciones.

Postura neutra: Es la postura cuando el cuerpo está de pie, con la cabeza y tronco erguidos, mientras que los brazos se encuentran en relajación hacia abajo.

Postura forzada: Es la posición que difiere de la posición normal o neutra, estas posturas conllevan a un sobre esfuerzo para el trabajador y a producir fatiga muscular.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas buscan hoy en día contar con sistemas de manufactura más competitivos dejando de lado los factores humanos en el diseño de los puestos de trabajo, lo que ocasiona problemas operacionales después de cierto tiempo, originando tiempos muertos por causas de enfermedades ocupacionales o por la dificultad en realizar un tarea, lo que impacta directamente en la el avance de un proyecto, generando costos a largo plazo al tener personal incapacitado con algún trastorno músculo-esquelético ocasionado por el inadecuado diseño del puesto de trabajo.

La Construtora Norberto Odebrecht es la empresa que realiza la construcción del Proyecto Acueducto Represa La Esperanza – Refinería del Pacífico, la actividad de soldadura es una de las más críticas e importante en el proyecto, la misma que la realizan una gran cantidad de soldadores a lo largo de todo el ducto hasta la casa de bombas ubicada en el sitio La Esperanza, Parroquia Quiroga, Cantón Bolívar.

Debido a las exigencias de calidad del proyecto y destacando que la soldadura es la actividad principal en la construcción del ducto los soldadores se ven obligados a adoptar posturas inadecuadas para su cuerpo, movimientos repetitivos o cambios muy bruscos que van desarrollando lesiones o trastornos músculo-esqueléticos.

Por lo tanto la finalidad de este proyecto es de realizar un estudio ergonómico a los soldadores de producción electromecánica ubicados en el área de pipe shop del Campamento La Esperanza para determinar las posibles afecciones y trastornos

músculo-esqueléticas durante su jornada laboral, mediante métodos de evaluación ergonómica avalados y reconocidos internacionalmente.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1. Antecedentes de la organización

La Constructora Norberto Odebrecht S.A. fue constituida en el año 1940 en Salvador de Bahía, situada al Noreste de Brasil, desde su fundación hasta los actuales momentos mantiene como base de la filosofía de la Organización: identificar, integrar y desarrollar jóvenes con talento y predisposición para la práctica empresarial.

Odebrecht es una organización global, de origen brasileño, con un compromiso permanente con el fin de obtener siempre la satisfacción de sus clientes, la generación de valor de sus accionistas, el desarrollo de las comunidades en las que está inserta y la realización de sus integrantes.

La organización Odebrecht está presente en 21 países, con negocios diversificados y estructura descentralizada, actúa en los sectores de la Ingeniería & Construcción, Industrial y Energía, creando soluciones integradas, innovadoras y de relevancia para clientes y comunidades.

La Constructora Norberto Odebrecht en Ecuador inicia sus actividades desde 1987, con la construcción del Trasvase Santa Elena y desde entonces, ha desarrollado 13 proyectos de infraestructura fundamentales para el crecimiento y desarrollo del país,

de los cuales 10 están concluidos y 3 aún en proceso de terminación y entrega definitiva.

El Complejo Refinador y Petroquímico requiere para su operación, la provisión de agua, la cual no se encuentra en cantidades suficientes dentro del área de influencia, para ello la Refinería del Pacífico Eloy Alfaro RDP, compañía de Economía Mixta, proyectó la construcción de un acueducto entre la represa La Esperanza y Refinería del Pacífico ubicada en el Sector El Aromo.

Una vez realizado los correspondientes procesos licitatorios, el Gerente General de Refinería del Pacífico kel 03 de septiembre del año 2013 adjudicó la construcción del Acueducto represa La Esperanza-Refinería del Pacífico, a la Construtora Norberto Odebrecht S.A.

El acueducto La Esperanza- Refinería del Pacífico Eloy Alfaro, está compuesto por dos elementos principales, una estación de bombeo ubicada en la represa La Esperanza, y una tubería de conducción que se desarrollará desde la estación de bombeo, en una longitud aproximada de 93 km, hasta la descarga en el sitio de la Refinería del Pacífico. La tubería de conducción se desarrolla cercano a ciudades de la provincia de Manabí, tales como: Quiroga, Calceta, Tosagua, Rocafuerte, Montecristi.

1.2. Estructura organizacional de la Constructora Norberto Odebrecht S.A.

La organización Odebrecht se caracteriza por tener una estructura horizontal en sus empresas, en donde el punto de partida para cualquier estructura debe ser el flujo, enfoque que debe ser contemplado y compatibilizado con el reflujo.

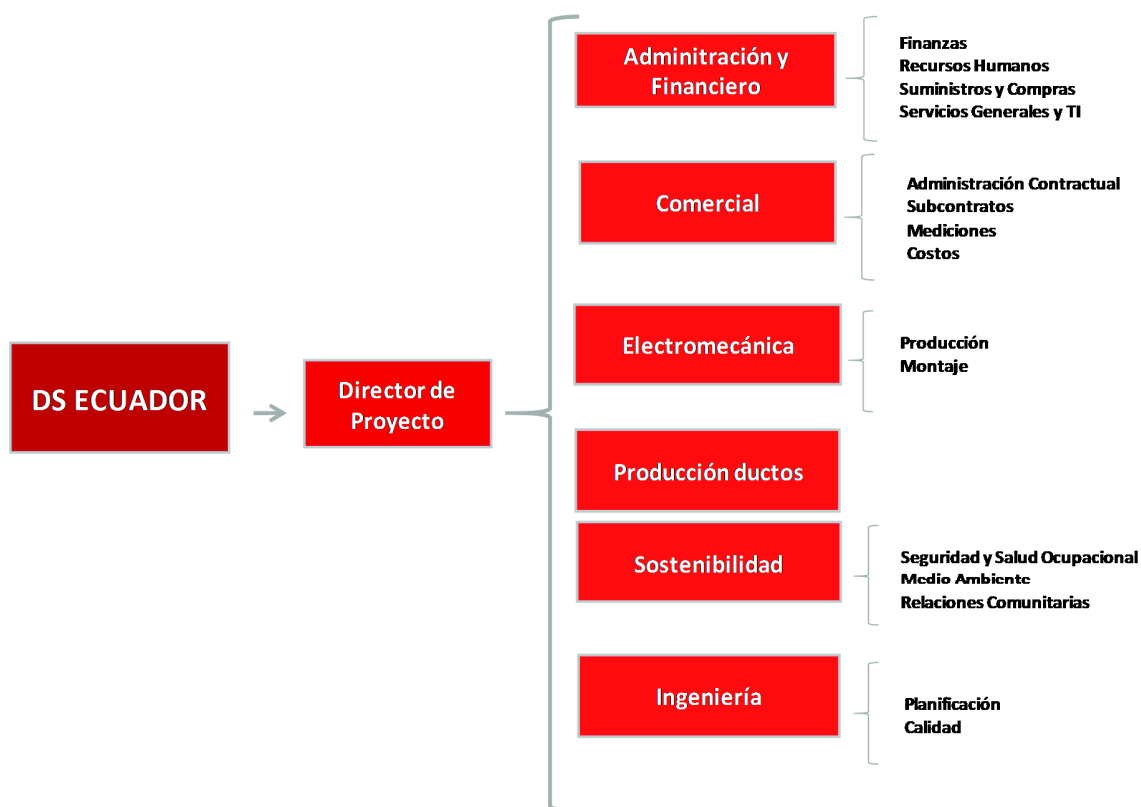
En una estructura de personal horizontal, en donde las decisiones y resultados, “suben” o “bajan”, sencillamente fluyen y refluyen, esta regla tiene validez tanto para pequeñas como para grandes empresas, cuyos responsables en vez de establecer vínculos de “subordinación”, deben vincularse entre sí por medio de la comunicación, la coordinación y la integración.

Para que la estructura horizontal sea eficaz y eficiente, se debe estimular la toma de decisiones en cada ámbito y la plena conciencia de responsabilidades que de ella provienen, así como permitir que dichas decisiones fluyan con rapidez entres esos ámbitos, en la ilustración 1 se presenta el organigrama actual de la obra.

Ilustración 1 Estructura organizacional de la empresa en el proyecto.



ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DEL PROYECTO ACUEDUCTO REPRESA LA ESPERANZA-REFINERÍA DEL PACÍFICO



Fuente: C.N.O.

En la obra para la ejecución de los trabajos del proyecto Acueducto La Esperanza-Refinería del Pacífico, la Constructora Norberto Odebrecht S.A. actualmente dispone de 583 trabajadores, entre personal administrativo y operativo. A continuación se detallada su distribución:

Tabla 1 Personal administrativo de la Constructora Norberto Odebrecht S.A. en el Proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico

PERSONAL ADMINISTRATIVO				
Área	Femenino	Masculino	Discapacitados	Total
Calidad	5	30	2	37
Relaciones Comunitarias		1		1
Administración Contractual	2			2
Costos		5		5
Electromecánica	1	11	1	13
Equipos	1	5		6
Financiero	3	1		4
Ingeniería	3	2	1	6
Compras	4	5		9
Mediciones	1	1		2
Medio Ambiente	2	3		5
Planeamiento	1	3		4
Procura		3		3
Producción Acueducto	1	21		22
Producción Obras civiles	2	12		14
Recursos Humanos	2	2	2	6
Salud Ocupacional	1	4		5
Seguridad Industrial		8		8
Servicios generales	4	5	3	12
Tecnología de Información (TI)	1	2		3
Subcontratos	1	3	1	5
Topografía		6		6
				178

Fuente: C.N.O.

Tabla 2 Personal Operativo de la Constructora Norberto Odebrecht S.A. en el Proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico

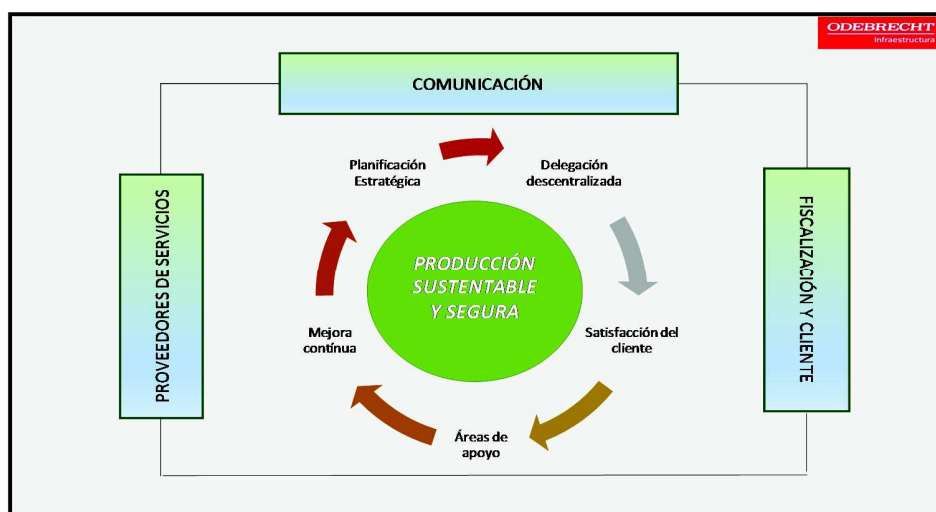
PERSONAL OPERATIVO				
Área	Femenino	Masculino	Discapacitados	Total
Calidad		3		3
Electromecánica		50	2	52
Equipos		9		9
Producción Acueducto		219	10	229
Producción Obras civiles		98		98
Salud Ocupacional		1		1
Seguridad Industrial		1		1
Servicios generales		2		2
Topografía		10		10
	0	393	12	405

Fuente: C.N.O.

El personal detallado en las tablas 1 y 2, es el personal que actualmente trabaja en el proyecto, por motivos de avance de obra este personal varía en algunas áreas debido al requerimiento según las actividades que se realizan.

A continuación en la ilustración 2 se presenta el mapa de procesos de la Constructora Norberto Odebrecht, en donde se visualiza de manera esquemática su desempeño entre el cliente, accionistas y proveedores:

Ilustración 2 Mapa de procesos de la organización, cliente, proveedores y accionistas



Fuente: C.N.O.

1.3. Filosofía de la Empresa

La actuación de la Organización Odebrecht está basada en una cultura propia, la Tecnología Empresarial Odebrecht (TEO), que se desarrolla a lo largo de una vivencia empresarial de 70 años, respaldada por su misión y visión:

Misión

“El objetivo de la organización es la generación de riqueza creciente para clientes, accionistas, integrantes y comunidades, y tiene como rumbo su supervivencia, su crecimiento y su perpetuidad, siempre y cuando sus integrantes sean personas de conocimiento, cuyos valores estén alineados a las concepciones filosóficas de la organización.¹

¹ FUENTE: <http://odebrecht.com/es/organizacion-odebrecht/sobre-la-organizacion>

Visión 2020 de la organización Odebrecht

Creada en 2009, la Visión de la situación deseada para que la Organización la alcance en 2020 se describe así:

- Odebrecht, preservando el orgullo de su origen brasileño, es una Organización Global, con miles de personas de conocimiento de diversas nacionalidades y competencias, unidas por la misma cultura empresarial, la TEO.
- Estableciendo compromisos de largo plazo, construye relaciones político-estratégicas pautadas en la confianza y se integra en la sociedad, y se convierte en motivo de orgullo para las comunidades donde actúa por su contribución al desarrollo sostenible.
- Conquista la confianza de clientes, accionistas y socios externos por su capacidad realizadora, cumplimiento de los compromisos asumidos, excelencia en lo que hace, transparencia y buena gobernanza.
- Es la elección de los clientes por la reconocida capacidad de satisfacer sus necesidades por medio de soluciones integradas e innovadoras para grandes desafíos globales: disponibilidad de agua, energía, infraestructura, insumos industriales y alimento.
- Los líderes educadores de la organización forman e integran, anualmente, a miles de personas de conocimiento, ejercen la plena práctica empresarial y capturan sinergias en la organización de forma que mejor atienda al cliente y

genere riquezas, lo que proporciona el crecimiento, la diversificación cualificada y la perpetuidad de su negocio y de la organización.

- Es una de las 50 organizaciones más admiradas del mundo, líder en los negocios o países donde actúa, y referencia en la creación de valor y desarrollo sostenible para clientes, accionistas, integrantes y sociedad.²

1.4. Política institucional

La Tecnología Empresarial Odebrecht (TEO) es un conjunto de principios, conceptos y criterios, con enfoque en la educación y en el trabajo, que provee los fundamentos éticos, morales y conceptuales para la educación de los integrantes de la organización. Valora las potencialidades del ser humano, en particular la disposición para servir, la capacidad y el deseo de evolucionar y la voluntad de superar resultados. Prevé, además, un proceso de delegación planificada, basada en la confianza y en la asociación entre Líderes y Liderados.

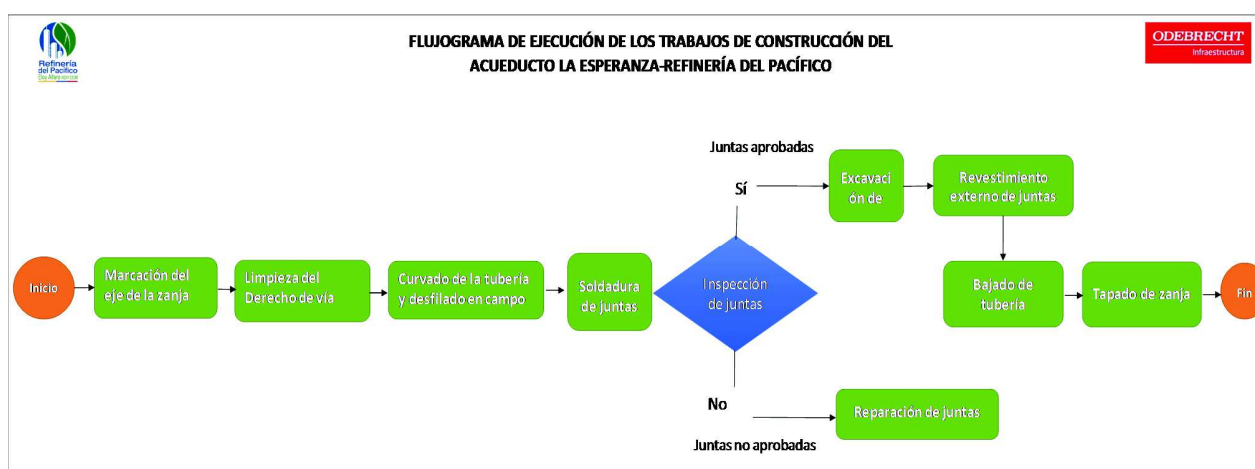
La TEO es la base de la cultura de la organización Odebrecht y dirige la acción de las personas en los diferentes negocios, países y contextos culturales en los que actúan, de esta forma es posible satisfacer las necesidades de los clientes, agregar valor al patrimonio de los accionistas, reinvertir los resultados alcanzados y crecer en diferentes frentes.

² FUENTE: <http://odebrecht.com/es/vision-de-futuro/vision-2020>

1.5. Flujograma de los procesos de construcción del acueducto La Esperanza-Refinería del Pacífico

En el siguiente diagrama de flujo se describen cada una de las actividades realizadas por el área de producción-ductos a lo largo de los 93 km de la tubería de conducción.

Flujograma 1 Procesos en el área de producción-ductos



1.6. Descripción de los procesos de Construcción del Acueducto La Esperanza-Refinería del Pacífico

(Refinería del Pacífico Eloy Alfaro, 2013) De acuerdo a lo que establece el Alcance técnico para la ejecución de la ingeniería de campo, procura (compra de equipo, materiales importados), construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento del Acueducto represa La Esperanza-Refinería del Pacífico Eloy Alfaro se realiza una breve explicación de las etapas de construcción en el área de producción.

El proyecto Acueducto La Esperanza - Refinería del Pacífico está compuesto por dos elementos principales en su construcción: uno de ellos es la Estación de Bombeo ubicada en la represa La Esperanza y una tubería de conducción que se desarrolla desde la estación de bombeo en una longitud aproximada de 93 km, hasta llegar a la descarga en el sitio de la Refinería del Pacífico, este segundo elemento se realiza mediante el desarrollo de los servicios de: preparación del derecho de vía (DDV) y accesos, desfile de la tubería, soldadura, excavación de zanja (zanjado), revestimiento externo de juntas, bajado de la tubería a la zanja, y finalmente tapado o cobertura de la tubería.

Marcación del eje de la zanja.- El departamento de ingeniería se encarga de enmarcar la línea central de la zanja. La zanja se debe mantener a un lado del límite lateral del DDV en una distancia uniforme, cumpliendo con los estándares de seguridad establecidos por las normativas ecuatorianas referentes a esta actividad no permitiendo cambios al lado escogido.

Ilustración 3 Marcación del eje de la zanja del ducto



Fuente: C.N.O.

Preparación del Derecho de Vía (DDV).- En el eje de pista del DDV será abierto el ancho estrictamente necesario al lanzamiento del ducto y tránsito de equipos, con el fin de preservar el medio ambiente evitando al máximo la afectación de la fauna y flora. La capa vegetal será removida y acopiada en el lateral de la pista, para reposición de la misma en la etapa de reconformación.

Ilustración 4 Limpieza del Derecho de Vía (DDV)



Fuente: C.N.O.

Desfile y curvado de la tubería.- La tubería luego de ser inspeccionada y aprobada por el cliente (Refinería del Pacífico), será transportada por el contratista (C.N.O.) al DDV para que las tuberías identificadas según la ingeniería requieran ser dobladas de acuerdo a lo establecido en los procedimientos de trabajo aprobados por el cliente y la fiscalización. La tubería desfilada debe estar en una posición segura e imposible de moverse, y será monitoreadas y controlada por un supervisor de control y aseguramiento de calidad.

Ilustración 5 Desfile de tubería en obra



Fuente: C.N.O.

Ilustración 6 Doblado de tubería en obra



Fuente: C.N.O.

Soldadura.- los procesos de soldadura al igual que el personal de soldadores son calificados y aprobados de acuerdo con los procedimientos establecidos por el cliente y la fiscalización. Los procesos permitidos para la soldadura son SMAW y FCAW utilizando soldadura manual, semi-automática y/o automática. Es obligación de la contratista (C.N.O.) monitorear el desempeño de cada soldador, los soldadores con un alto índice de reparaciones (errores, fallas) de acuerdo a la medición

bisemanal establecidas en el contrato no pueden exceder al 4% de reparaciones, este porcentaje se calcula mediante la *relación juntas no aprobadas/juntas aprobadas* $\geq 4\%$ los soldadores que sobrepasan este porcentaje serán sustituidos a costo del contratista. Para la calificación de los procedimientos y de los soldadores, el contratista debe considerar una cantidad de tubería necesaria a su costo.

Las estaciones de soldadura deben tener carpas para proteger a los soldadores y el proceso de soldadura.

Ilustración 7 Soldadura de juntas en la obra



Fuente: C.N.O.

Excavación de zanja.- Para la excavación de zanja, se deberá contar con el equipo adecuado, es decir con longitud de brazo y ancho de pala que permita lograr el ancho suficiente para la instalación de la tubería y la profundidad necesaria, la profundidad de la zanja será la que indiquen los planos y especificaciones de la ingeniería de campo.

El fondo de la zanja deberá ser regular, libre de piedras, rocas, material vegetal y cualquier elemento extraño que pueda lastimar el revestimiento de la tubería.

Ilustración 8 Zanjado en obra



Fuente: C.N.O.

Revestimiento externo de juntas.- Una vez liberada la junta soldada por el supervisor de calidad, se procederá a la limpieza de la junta para la aplicación del revestimiento externo del sector crudo previo al bisel. La limpieza se realizará mediante granallado, arenado o limpieza mecánica según sea determinado por el fabricante del revestimiento. Además los operadores deberán de contar con equipo de protección personal adecuados y suministro de aire limpio, mediante compresores eléctricos o de combustión interna.

Los trabajos de recubrimiento externo de las juntas se deben realizar con mantas termocontraíbles o cintas con auto vulcanización debidamente aprobadas por el cliente.

Ilustración 9 Revestimiento de juntas



Fuente: C.N.O.

Bajado de la tubería.- Antes de iniciar con las actividades de bajado de tubería a la zanja, los tramos a ser intervenidos o bajados, deberán ser inspeccionados 100% de su longitud y circunferencia, mediante holiday detector, en los voltajes determinados por ingeniería correspondiente al tipo de revestimiento utilizado.

Para el bajado de tramos de tubería o lingadas de tubería mediante los side booms, C.N.O. deberá calcular el pesos y tensión de los tramos, garantizando la idoneidad del tipo de equipos y la cantidad requerida, estos cálculos serán previos a cualquier operación de izaje y bajado de tubería, que garantice por un lado la seguridad del personal, equipos y la integridad de la tubería sin producir sobre esfuerzos o deformaciones en la esfericidad del tubo.

Ilustración 10 Bajado de tubería**Fuente: C.N.O.**

Tapado de la zanja.- Se deberá contar con suelo adecuado o clasificado, libre de escombros, rocas de filos angulosos o de gran tamaño y de material vegetal tal como ramas, troncos, raíces, aprobados por el cliente, es obligación de C.N.O. contar con un control de calidad que garantice el tipo de suelo empleado para el relleno.

Se debe de disponer de equipos de compactación adecuados, sean neumáticos o mecánicos que garanticen la correcta compactación del suelo, en especial en los bordes laterales entre el tubo y la zanja.

Ilustración 11 Tapado de zanja**Fuente: C.N.O.**

1.7. Alcance

El alcance del presente proyecto de investigación está delimitado a realizar un estudio ergonómico de tipo biomecánico a los soldadores del área de producción electromecánica dentro del área de pipe shop en la construcción del Proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico, mediante la aplicación de métodos de evaluación ergonómica reconocidos internacionalmente por el INSHT como son los métodos REBA y RULA y así poder controlar trastornos y lesiones músculo-esqueléticos en los soldadores, permitiendo proponer mejoras en las actividades que ocasionarían lesiones y trastornos músculo-esqueléticos durante su jornada laboral.

1.8. Situación Problemática

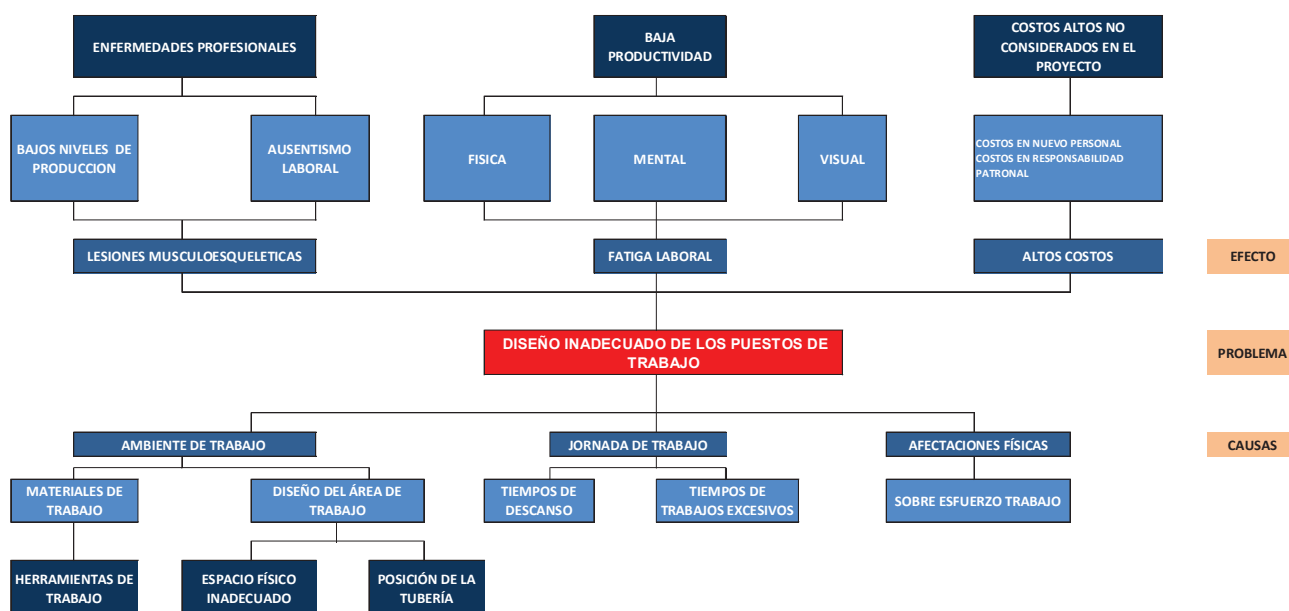
El servicio de soldadura en este proyecto es de principal importancia, por medio de la soldadura se unen todas las juntas de la tubería de conducción, razón por la cual el trabajo de cada soldador debe cumplir con altos estándares de calidad requeridos en el proyecto.

Los puestos de trabajo deben ser adecuados para un correcto desenvolvimiento, a los soldadores que preparan los accesorios y tuberías en el área de pipe shop y a los soldadores que están en el derecho de vía por donde pasa el ducto no se les han realizado ningún estudio ergonómico, algunos soldadores presentan luego de su jornada laboral molestias músculo-esqueléticas atribuidas a las actividades que realizan, estas afectaciones generan un impacto directo en los niveles de producción, ausentismo laboral, paralizaciones, e incremento de tiempos muertos, y

si no son controlado a tiempo puede llegar a encarecer la obra por falta de trabajadores capacitados, contratación de nuevo personal, inducciones, exámenes preocupacionales, y en caso de que los riesgos afecten de manera nociva al trabajador podrían ocasionar enfermedades laborales, incurriendo en una responsabilidad patronal que la empresa deberá asumir en la recuperación física del trabajador conforme lo establecido por la normativa legal vigente, lo cual implica costos adicionales para la empresa.

El presente árbol de problema diagnostica las diferentes causales de los efectos encontrados en el diseño inadecuado del puesto del trabajo, investigando los riesgos ergonómicos de tipo biomecánicos en los soldadores que trabajan en el área de pipe shop, en la construcción del Acueducto La Esperanza-Refinería del Pacífico.

Ilustración 12 Árbol de Problema

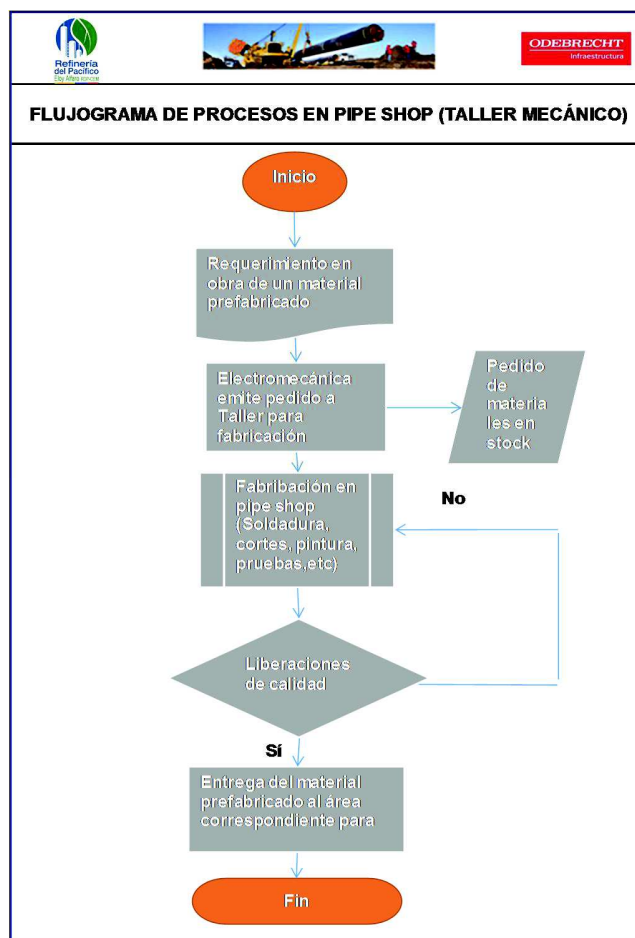


Fuente: Autor

El área de electromecánica es la encargada de los procesos de recepción de los materiales, fabricación e instalación de equipos eléctricos y mecánicos los cuales incluyen tubería, válvulas y accesorios que están contemplados en la construcción de la estación de bombeo.

Pipe shop (Taller Mecánico) forma parte del área de electromecánica, en donde se realiza la fabricación de todo tipo de piezas (tuberías, válvulas, bridas, accesorios) que forman parte de todo el sistema de captación y recepción de agua por medio de tubería para el Proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico, a continuación se describen el flujo de actividades en el pipe shop:

Flujograma 2 Actividades en Pipe Shop



Fuente: Autor

1.9. Formulación del problema

¿Por qué algunos soldadores del área de producción electromecánica presentan molestias músculo-esqueléticas después de su jornada laboral?

1.10. Justificación

El desarrollo de un estudio ergonómico biomecánico a los soldadores del área de producción electromecánica, es conveniente para la empresa ya que dará a conocer

cuáles son los riesgos ergonómicos a los que están expuestos y permitirá identificar los trastornos músculo-esqueléticos que padecen después de su jornada laboral, este tipo de lesiones traen consigo altos costos referentes a gastos de atención médica, afectando la estabilidad de salud y calidad de vida de los soldadores. Por esta razón es imprescindible que todas las empresas evalúen los puestos de trabajo de sus trabajadores, para identificar y minimizar factores de riesgo y de esta manera garantizar su bienestar, cumpliendo con la normativa legal vigente en nuestro país y cumplir con los compromisos de la empresa.

El Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH), señala que las lesiones o desórdenes músculo-esqueléticos incluyen un grupo de condiciones que involucran a los nervios, tendones, músculos y estructuras de apoyo como los discos intervertebrales. Representan una amplia gama de desórdenes que pueden diferir en grado de severidad desde síntomas periódicos leves hasta condiciones debilitantes crónicas severas. (NIOSH 1997)

De igual manera el NIOSH establece que, los desórdenes músculo-esqueléticos si han sido causados o agravados por las condiciones de trabajo se les denominan Lesiones Músculo-Esqueléticas Ocupacionales, (LMEO).

El actual proyecto de investigación realizado tiene relevancia social pues una vez realizado el estudio ergonómico de tipo biomecánico a los soldadores, comenzará un proceso de mejora en el diseño del puesto de trabajo, garantizando a los trabajadores un ambiente laboral seguro, saludable y agradable, aumentando su rendimiento y obteniendo más trabajadores satisfechos por las metas logradas en obra.

Las enfermedades ocupacionales producidas por lesiones músculo-esqueléticas son una de las razones principales que inciden en el alto nivel de morbilidad a nivel mundial en el ámbito laboral, esto sucede de manera similar en países desarrollados así como en países en vías de desarrollo y no deja de influir en la salud y calidad de vida de los trabajadores, además afecta en los altos costos de los Sistemas de Seguridad Industrial.

En el proyecto es conveniente realizar un estudio ergonómico biomecánico a los soldadores del área de producción electromecánica, porque demuestra el constante cumplimiento de la normativa legal vigente que exige velar por el bienestar laboral del trabajador, además de cumplir con los requerimientos y estándares establecidos dentro del contrato adquirido con el cliente, garantizando el compromiso y cumplimiento de la política interna de la empresa, de igual manera disminuirá el ausentismo laboral obteniendo un alto rendimiento evitando incurrir en costos adicionales ni retrasos en la obra.

Las lesiones músculo-esqueléticas ocupacionales ocasionan síntomas debilitantes y severos como dolores, entumecimiento y hormigueo; disminución en productividad laboral, aumento de tiempos muertos en jornadas de trabajo, incapacidades temporales, dificultad en la realización de actividades determinadas en el puesto de trabajo e incremento de costos en los métodos o tratamientos de compensación del trabajador.

1.11. Objetivos del Proyecto

Objetivo general

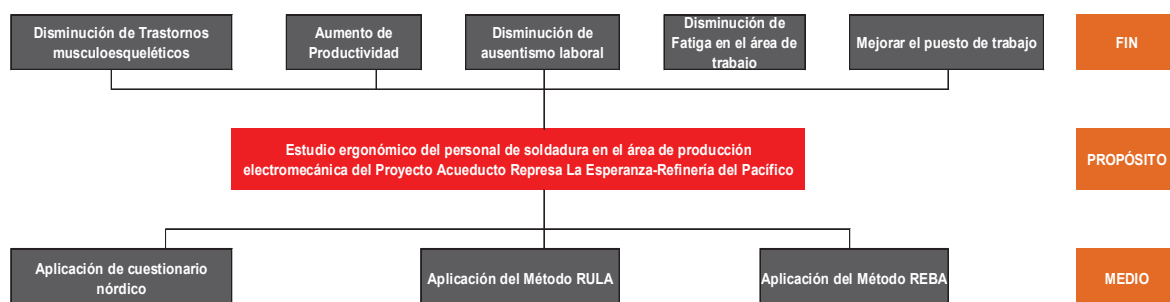
Realizar un estudio ergonómico de tipo biomecánico a los soldadores del área de producción electromecánica del Proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico en la provincia de Manabí, para determinar las posibles afecciones y trastornos músculo-esqueléticas durante su jornada de trabajo.

Objetivos Específicos

- Aplicar cuestionario nórdico para la identificación de lesiones músculo-esqueléticas presentes en los soldadores del área de producción electromecánica.
- Identificar los factores de riesgo biomecánico en los soldadores objeto de estudio, mediante el método REBA y RULA.
- Proponer mejoras en el puesto de trabajo, de los soldadores del área de producción electromecánica en la construcción del Acueducto.

Una vez realizado el estudio ergonómico a los soldadores del área de producción electromecánica, se manifestarán los siguientes beneficios detallados en el siguiente árbol de objetivos:

Ilustración 13 Árbol de Objetivos



Fuente: Autor

CAPÍTULO II

2. Antecedentes de la investigación

2.1. Marco Teórico

Actualmente la soldadura se utiliza en varios sectores productivos, en la industria automotriz, petroquímica, industria de la construcción, etc. El sector de la construcción constituye del 5 al 15% de la economía nacional de la mayoría de países y es una de las industrias que presenta mayor índice de riesgos que producen lesiones laborales, la Organización Internacional del Trabajo señala que el 30% de los trabajadores norteamericanos realizan actividades que incrementan el riesgo a sufrir dolores lumbares y un 50% ocupa puestos de trabajo que pueden producir trastornos traumáticos acumulativos (Organización Internacional del Trabajo, 1997). En Dinamarca se han registrado cada año cerca de 15,000 enfermedades laborales y de éstas alrededor del 50% son causadas por lesiones músculo-esqueléticas (Brendstrup, 1997).

Los antecedentes o estudios previos, que apoyan el soporte técnico de mi proyecto de investigación son los siguientes:

PRIMER CASO.- (Cuéllar, 2012) En México D.F., se realizó un estudio ergonómico por medio de la observación directa y con ayuda de herramientas como son el Análisis Ergonómico del puesto de trabajo para identificar los ciclos de trabajo y con ayuda de procedimientos adicionales como los métodos ergonómicos JSI y Check

List de OCRA, así como la evaluación clínica por medio de un examen médico específico.

Se identificaron 8 ciclos de trabajo dentro del proceso de empaqueo de los envases desechables, en todos se encuentran presentes los movimientos repetitivos, así mismo existen otros peligros ergonómicos tales como el mal diseño del área laboral, sobrecarga postural, así también se jerarquizaron las etapas de trabajo donde las actividades repetitivas fue mayor en frecuencia y duración de modo que las etapas del proceso de trabajo 2, 1 y 3 se les aplicaron los métodos ergonómicos dando como resultado que representan una tarea probablemente peligrosa de acuerdo al método JSI y con riesgo elevado de acuerdo a la metodología del Check List de OCRA, así mismo se corroboró con el examen médico de 17 trabajadoras que representan el 28.33% de la población en estudio, con signos positivos para diagnóstico de Desórdenes traumáticos acumulativos, predominando los casos positivos para epitrócleitis (codo de golfista) y sobre todo en la extremidad izquierda. En base a los estudios realizados, la autora de la investigación concluye que: La características ergonómicas del puesto de trabajo evaluado representa un riesgo para la salud de los trabajadores. Los movimientos repetitivos realizados durante su jornada laboral han generado en las trabajadoras desórdenes por trauma acumulativo de acuerdo a la evaluación clínica correlacionándose tanto los métodos ergonómicos como con la exploración física. La autora propone medidas de control con el objetivo de disminuir las lesiones músculo-esqueléticas.

SEGUNDO CASO.-(OISO, 2012) En Lima-Perú, en base a la normativa RM 375-2008-TR, se aprueba la “Norma Básica de Ergonomía y Procedimiento de

Evaluación de Riesgo Disergonómico”; lo que ha traído como consecuencia que muchos empleadores actualmente incorporen estudios ergonómicos en su gestión de seguridad y salud de sus trabajadores.

El autor de este informe tuvo como objetivo realizar la evaluación ergonómica a los trabajadores de la empresa PETROBRAS ENERGIA S.A. utilizando los métodos recomendados según la normativa RM 375-2008-TR.

- Identificación del tipo de trabajo.
- Identificación de Riesgos Disergonómico.
- Identificación del método a utilizar. (RULA)
- Mediciones Antropométricas.

La compañía autora del informe resolvió como resultado del estudio ergonómico realizado en las Oficinas de Petrobras Sede en Lima, que bajo la metodología RULA le proporcionó evaluar individualmente e independientemente los puestos y/o áreas de trabajo, arrojando 4 niveles de riesgo, destacando los siguientes resultados:

La edad promedio que es de aproximadamente 40 años, lo que quiere decir que se encuentra en el rango de Adulto (es mediante el cual se presente o se acentúa los signos y/o síntomas de ciertas lesiones músculo-esqueléticas).

Observó que en la población de estudio, un 45% refiere que sus lesiones músculo-esqueléticas es a causa de las sillas.

El 78% de la población evaluada, refiere como mínimo un segmento corporal de diagnóstico de dolor y molestia musculoesquelético.

Además añadió que durante las horas de trabajo las personas adoptan un sin número de posturas para poder realizar sus labores, sin embargo, tomó en cuenta el tiempo en que las adopta y con qué frecuencia cambia de una a otra ciertas posturas, a la vez, el gasto energético que se requiere analizando si la musculatura del personal es ideal para sostenerla por tiempos prolongados o tiempos cortos.

TERCER CASO.- (García, 2011) En Ciudad Guayana-Venezuela, la autora de este estudio descriptivo de corte transversal apoyado en un trabajo de campo, relacionó el puesto de trabajo de un soldador con afección por patologías osteomusculares en una Ensambladora Automotriz. Tomó una muestra de 20 trabajadores con criterios de inclusión, se indicaron exámenes médicos específicos y se aplicó el Método Rapid Entire Body Assessment (REBA) para la evaluación de movimientos repetitivos, manipulación de carga y análisis de posturas adoptadas por el trabajador en los diferentes puestos de trabajo.

Los resultados obtenidos por el Método REBA, fue que los soldadores del área de electro punto están expuestos a riesgos disergonómicos posturales con un nivel de riesgo de medio a alto, el estudio permitió identificar que las patologías músculo-esqueléticas identificadas si corresponden en su mayoría a trastornos de etiología degenerativa que podría estar relacionada con lesiones por trauma acumulativo.

CUARTO CASO.- (Alvarado, 2015) En Quito-Ecuador, se realiza una evaluación de los riesgos ergonómicos biomecánicos que permitan determinar las posturas ergonómicas inadecuadas del trabajador y la detección de los trastornos músculo-

esqueléticos en el área administrativa de la EMASEO EP, en donde se realizan actividades que presentan posturas ergonómicas forzadas que causan trastornos músculo-esqueléticos al personal que trabaja en esta área.

El método aplicado a esta investigación fue el método RULA en el puesto de trabajo, los objetivos específicos de este proyecto fueron; Identificar los peligros ergonómicos y estimar los riesgos con la aplicación de las listas de chequeo del EPM (International Ergonomics School), evaluar el riesgo ergonómico por posturas forzadas aplicando el método RULA, aplicar el cuestionario nórdico para analizar la percepción del malestar por parte del trabajador y relacionarlas con las estadísticas de morbilidad, proponer medidas de control para reducir las posturas forzadas en el puesto de trabajo, con el fin de mejorar el puesto de trabajo en estudio.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Ergonomía

“La ergonomía es una disciplina orientada a los sistemas, es decir, a conjuntos de elementos o componentes que interactúan entre sí y que se organizan de una manera concreta para alcanzar fines establecidos” (INSHT, 2000).

La palabra Ergonomía se deriva de las palabras griegas “ergos”, que significa trabajo y “nomos”, leyes; por lo que literalmente significa “leyes del trabajo” y podemos definirla como “El análisis de las condiciones de trabajo que conciernen al espacio físico de trabajo, ambiente térmico, ruidos, iluminación, vibraciones, posturas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa, carga de trabajo, y todo

aquello que pueda poner en peligro la salud del trabajador y su equilibrio psicológico y nervioso” **(Guélaud, 1975)**

Por lo tanto la Ergonomía es “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 los usuarios, para optimizar su eficacia, seguridad y confort” **(ergonomía, 1981)**

2.2.2. Principio Ergonómico

Cuando existe una desproporción entre el esfuerzo y la capacidad funcional del trabajador existe el riesgo de dañar el aparato locomotor, el principio básico de la ergonomía consiste en crear un equilibrio apropiado entre las actividades laborales y la capacidad del trabajador, ya sea planificando las funciones para que el trabajo se adapte a la persona, o bien desarrollando su capacidad laboral, es decir, formando al trabajador y adaptando sus aptitudes profesionales. (Luttmann & Griefahn)

2.2.3. Trastornos Músculo-esqueléticos (TME)

Los TME de origen laboral son “alteraciones que sufren estructuras corporales como los músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos y el sistema circulatorio, causadas o agravadas fundamentalmente por el trabajo y los efectos del entorno en el que éste se desarrolla” **(Agencia Europea para la seguridad y salud en el trabajo, 2007).**

Por trastornos músculo-esqueléticos se entienden “los problemas de salud del aparato locomotor, es decir, de músculos, tendones esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos y nervios. Esto abarca todo tipo de dolencias, desde molestias leves y pasajeras hasta las lesiones irreversibles e incapacitantes” **(Atelier, Lang Metze).**

2.2.4. Biomecánica

La biomecánica es un área de conocimiento interdisciplinaria que estudia los modelos, fenómenos y leyes que sean relevantes en el movimiento y el equilibrio de los seres vivos. Es una disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano. Además la biomecánica se apoya en diversas ciencias como es la ingeniería, la anatomía, la fisiología entre otras, para estudiar el comportamiento del cuerpo humano y resolver los problemas derivados de las diversas condiciones a las que puede verse sometido (**Ruiz, 2013**).

2.2.5. Biomecánica del Sistema Músculo-esquelético

Los trastornos músculo-esqueléticos de origen laboral son uno de los principales problemas que se presentan a diario en el área de salud, ningún tipo de industria está exenta a que sus trabajadores desarrollen estas anomalías debido a las actividades realizadas en sus jornadas de trabajo, siendo una de las mayores causas de ausentismo laboral.

Las dolencias o lesiones que afectan a músculos, tendones, articulaciones, ligamentos y huesos están causados principalmente por un esfuerzo mecánico excesivo en el desarrollo de determinadas actividades, cuando el cuerpo humano experimenta fuerzas directas o de torsión muy intensas los tejidos tienden a forzarse desmedidamente, el tiempo de duración de exposición es otro factor importante que influye en el desarrollo de trastornos músculo-esqueléticos y finalmente la postura del trabajador es uno de los mayores riesgos identificados que facilita el desarrollo de lesiones en la zona lumbar.

2.2.6. Factores biomecánicos: Repetitividad, Fuerza y Postura

Los Trastornos músculo-esqueléticos son un riesgo que puede originarse a partir de múltiples factores, las posturas forzadas y los movimientos repetitivos son los riesgos a los que más se exponen los trabajadores, seguidos de la manipulación de cargas y realización de diversas fuerzas.

Tabla 3 Factores de riesgos biomecánicos más importantes y porcentaje de trabajadores expuestos

Factores Biomecánicos	% Exposición al riesgo
Posturas forzadas	38%
Movimientos repetitivos	37%
Manipulación de cargas	15%
Fuerzas importantes	10%

Fuente: Instituto Navarro de Salud Laboral

A continuación se describen algunos de los esfuerzos a los que está expuesto el sistema músculo-esquelético por referencia a los principales factores que influyen en él, como la intensidad de las fuerzas, la repetición y duración de las actividades, el esfuerzo postural y muscular.

Manipulación frecuente y repetida de objetos, aun cuando el peso de los objetos o las fuerzas ejercidas sean leves, puede causar trastornos músculo-esqueléticos, ese tipo de actividades afecta al sistema muscular, aunque las fuerzas ejercidas para manipular los objetos sean pequeñas, puesto que las fibras de un músculo actúan durante largos periodos de tiempo y pueden estar sometidas a un esfuerzo excesivo que ocasionan cansancio y aparición de dolores y posibles lesiones.

La postura, en un lugar de trabajo adecuadamente diseñado, es en donde las actividades se realicen la mayor parte del tiempo en posición erguida, con los hombros en reposo y los brazos cerca del tronco. Trabajar con el tronco muy flexionado, estirado o torsionado puede forzar en exceso la columna vertebral obligando a todos los músculos a trabajar de más. Cuando el tronco se flexiona y gira a un mismo tiempo, el riesgo de lesión de la columna vertebral es elevado.

Si es necesario realizar movimientos o adoptar posturas repetidamente, o durante largo tiempo, manteniendo las manos por encima de los hombros o por debajo de las rodillas, o bien con los brazos extendidos, sería aconsejable modificar las condiciones de trabajo, de igual manera si se trabaja de rodillas, agachado o en cuclillas existe mayor riesgo de forzar diversas partes del aparato locomotor.

2.2.7. Soldadura

En el Proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico se realizan los trabajos de Soldadura Automática bajo el método de arco eléctrico (SMAW) y Soldadura manual con los métodos de argón GTAW o TIG y el electrodo revestido.

Soldadura automática (SMAW), considerada uno de los procesos de unión de metales más utilizado en las industrias, es conocida también como método SMAW (Shielded Metal Arc Welding) del que se obtienen grandes resultados. Este proceso consiste en la utilización de un electrodo con un recubrimiento, a través del electrodo circula corriente eléctrica ya sea alterna o directa se establece un corto circuito entre el electrodo y el material base que se va a soldar, este arco eléctrico tiene un parámetro de temperatura de hasta los 5500 °C depositándose el núcleo del electrodo fundido al material que se está soldando, generando una atmósfera que

permitirá la protección del proceso evitando la penetración de humedad y posibles elementos contaminantes.

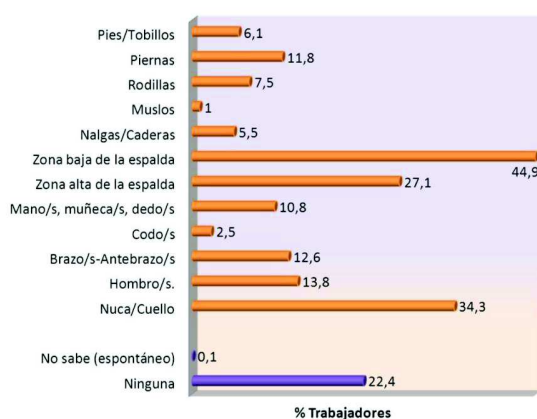
Soldadura manual GTAW o TIG, es el tipo de soldadura por arco eléctrico con electrodo de tungsteno y protección gaseosa o TIG por esta razón es conocido como método de Argón o TIG. La soldadura TIG puede ser manual o mecanizada, y se considera uno de los procesos de soldadura por arco que permite un mejor control de las condiciones de operación, además se caracteriza por la ejecución de soldaduras que cumple con altos estándares de calidad y excelente terminación sobre todo en juntas de espesores de 0,2 a 3 mm que es el espesor permitido en los trabajos de soldadura en la construcción del acueducto.

2.2.8. Molestias Músculo-esqueléticas

El INSHT en su VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo señala que, a través de una pregunta de respuesta múltiple se indaga sobre las zonas del cuerpo donde el trabajador siente mayor molestias que provienen por posturas y esfuerzos derivados de su trabajo. En el año 2011 el porcentaje de trabajadores que presentan alguna molestia es del 77,5%, incrementándose un 3,8% respecto al año 2007 que era 73,7%.

Entre las molestias más frecuentes figuran las localizadas en la zona baja de la espalda, la nuca/cuello, y la zona alta de la espalda como se indica en la ilustración a continuación:

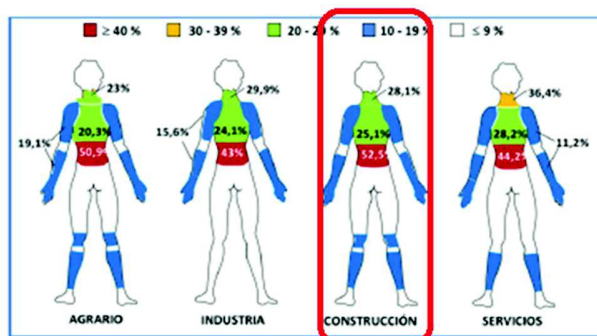
Ilustración 14 Localización de las molestias músculo-esqueléticas



Fuente: VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, INSHT, 2011.

De acuerdo al sector de actividad, existe un alto porcentaje de trabajadores del sector de la construcción que padece de molestias en la zona baja de la espalda, extremidades superiores e inferiores, tal como se observa en la ilustración 15.

Ilustración 15 Molestias músculo-esqueléticas más frecuentes por sector de actividad



Fuente: VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, INSHT, 2011.

2.2.9. Métodos avalados de evaluación ergonómica

Los métodos de evaluación ergonómica nos van a permitir identificar las condiciones de riesgo biomecánico presentes en el puesto de trabajo de los soldadores del área de producción electromecánica en el área de pipe shop y posteriormente a la realización del estudio ergonómico nos proporcionará resultados, a partir de los cuales se propondrán alternativas de mejora en el puesto de trabajo con el fin de disminuir las lesiones o trastornos músculo-esqueléticos identificados en los soldadores, reducir el ausentismo laboral y fatiga en el área de trabajo.

A continuación se detallan los métodos utilizados en el desarrollo del proyecto de investigación:

Guía para la evaluación rápida: Esta guía de evaluación rápida permitirá priorizar las evaluaciones de riesgo específicas, una vez que han sido identificados los riesgos ergonómicos en el puesto de trabajo a estudiar. Esta guía se basa en normas internacionales como la ISO 11226:2000 (**Centro de Ergonomía Aplicada de Barcelona**).





La guía de evaluación rápida se aplicará para movimientos repetitivos y para posturas forzadas que son los factores ergonómicos que se han podido identificar con mayor riesgo en las actividades de los soldadores.

Guía de evaluación rápida-Movimientos repetitivos

La presencia de factores de riesgo relacionados con movimientos repetitivos de la extremidad superior puede incrementar la probabilidad de desarrollar un trastorno músculo-esquelético en hombros, codos, muñeca o mano dependiendo de las características del trabajo.

Los principales factores de riesgo que pueden influir en el nivel de riesgo al que está expuesto el trabajador que realiza movimientos repetitivos son los siguientes:

Ilustración 16 Factores de riesgo en movimientos repetitivos

Factor de riesgo	Definición
Postura forzada	<p>Flexión de hombro</p>  <p>Abducción de hombro</p>  <p>Agarre de precisión y en grip</p> 
Fuerza	<p>Fuerza medida en la escala de Borg:</p> 
Frecuencia	<p>Número de acciones técnicas por minuto.</p> $F = \frac{\text{N}^\circ \text{ acciones técnicas}}{\text{minuto}}$
Duración y pausas	<p>La duración es el tiempo que la tarea repetitiva esta presente en la jornada de trabajo, descontando los tiempos de pausas o de otras tareas no repetitivas.</p> <p>Las pausas se consideras como los tiempos de mínimo 8 minutos continuos de inactividad de las extremidades superiores.</p>

Fuente: CENEA

Las posturas forzadas identificadas en la guía de evaluación rápida para las extremidades superiores son:

- **Flexión del hombro a 80°**

Cuando el brazo se aleja del tronco hacia delante superando el límite de 80°, se puede observar que el codo está casi a la misma altura del hombro.

Ilustración 17 Flexión del hombro a 80°



Fuente: CENEA

- **Abducción de hombro a 80°**

Cuando el brazo se aleja del tronco hacia el lado superando el límite de 80°, se puede observar que el codo está casi a la misma altura del hombro.

Ilustración 18 Abducción de hombro a 80°



Fuente: CENEA

- **Flexo-extensión de codo superior a 60°**

Cuando el codo realiza amplios movimientos (superiores a 60°) separando el brazo del antebrazo y volviéndolos a acercar, la extensión del codo es el movimiento contrario al de flexión.

Ilustración 19 Flexo-extensión de codo superior a 60°



Fuente: CENEA

- **Prono-supinación de codo superior a 60°**

Cuando el codo realiza amplios movimientos (superiores a 60°) girando el antebrazo hacia arriba y hacia abajo.

Ilustración 20 Prono-supinación de codo superior a 60°

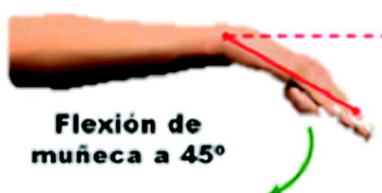


Fuente: CENEA

- **Flexión –extensión de muñeca superior a 45°**

Cuando la muñeca se mueve acercando o alejando la palma de la mano del antebrazo superando el límite de 45°, la extensión de muñeca es el movimiento contrario al de la flexión.

Ilustración 21 Flexo-extensión de muñeca superior a 45°



Fuente: CENEA

- **Desviación de muñeca superior a 20°**

Cuando la muñeca se mueve lateralmente superando el límite de 20°, este movimiento puede ser hacia la derecha o hacia la izquierda.

Ilustración 22 Desviación de muñeca superior a 20°



Fuente: CENEA

- **Agarre de la mano inadecuado**

El agarre inadecuado es todo aquel movimiento diferente al agarre de potencia o agarre óptimo, el agarre de potencia es cuando la mano rodea el objeto con los dedos y la palma de la mano, encontrándose el dedo pulgar con los dedos corazón y anular.

El agarre de precisión es el más habitual de los agarres forzados y consiste en coger un objeto con la punta de los dedos.

Ilustración 23 Agarre de la mano inadecuado



Fuente: CENEA

- **Frecuencia**

Es el número de acciones técnicas por minuto que realiza la persona trabajadora en el ciclo de trabajo, cuanto mayor sea la frecuencia más desfavorable será el factor de riesgo.

Ilustración 24 Fórmula de frecuencia

$$F = \frac{\text{Nº acciones técnicas}}{\text{minuto}}$$

Fuente: CENEA

- **Fuerza**

La fuerza en movimientos repetitivos se define como el esfuerzo físico que requiere el trabajador para poder realizar las acciones o movimientos relacionados con el puesto de trabajo, con máquinas, herramientas o la pieza. La fuerza en movimientos repetitivos se mide mediante la escala de Borg, la cual es una escala subjetiva de tipo visual denominada “Escala de clasificación para la puntuación de esfuerzo percibido”. Mediante esta escala de 0 a 10, el trabajador puede decir cuál es su percepción del nivel de fuerza aplicada en las acciones técnicas u operaciones que componen la tarea repetitiva.

Tabla 4 Escala de clasificación para la puntuación de esfuerzo percibido

0	COMPLETAMENTE AUSENTE
0,5	ESTREMADAMENTE LIGERO
1	MUY LIGERO
2	LIGERO
3	MODERADO
4	MODERADO +
5	FUERTE
6	FUERTE +
7	MUY FUERTE
8	MUY FUERTE ++
9	MUY FUERTE +++
10	MÁXIMO

Fuente: CENEA

- **Duración y pausas**

La duración de una tarea es un factor determinante en el riesgo de movimientos repetitivos, dependiendo del tiempo que dure la tarea repetitiva en la jornada de trabajo este factor penalizará el nivel de riesgo puesto que a mayor duración de la tarea, hay mayor exposición al riesgo por movimientos repetitivos.

Para afirmar que los niveles de riesgos por movimientos repetitivos son aceptables, se deben cumplir las condiciones detalladas en la ilustración 25:

Ilustración 25 Evaluación rápida para identificación de riesgos en nivel aceptable para Movimientos Repetitivos

Evaluación rápida para identificar la presencia de riesgo aceptable (nivel verde) para movimientos repetitivos

NOTA: Señale con una "X", cuando la condición verificada está presente (columna "SI") y cuando no está presente (columna "NO")

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1 ¿Las extremidades superiores están inactivas por más del 50% del tiempo total del trabajo repetitivo (se considera como tiempo de inactividad de la extremidad superior cuando el trabajador camina con las manos vacías, o lee, o hace control visual, o espera que la máquina concluya el trabajo, etc.)? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |
| 2 ¿Ninguno de los brazos trabajan con el codo casi a la altura del hombro por más del 10% del tiempo de trabajo repetitivo? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |
| 3 ¿La fuerza necesaria para realizar el trabajo es menor a moderada (es ligera) o bien, ¿Si la fuerza es moderada, no supera el 25% del tiempo de trabajo repetitivo? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |
| 4 ¿Están ausentes los picos de fuerza (más que Moderada en la Escala Borg)? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |
| 5 ¿Hay pausas con una duración de al menos 8 min cada 2 horas? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |
| 6 ¿La (s) tarea (s) de trabajo repetitivo se realiza durante menos de 8 horas al día? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |

Si a todas las preguntas ha contestado "SI" entonces la tarea tiene un riesgo aceptable y está en el nivel verde.

Si alguna es "NO", compruebe si se trata de una tarea con un nivel de riesgo alto según la Ficha de evaluación rápida de riesgo alto (nivel rojo).

Fuente: CENEA

Es posible que los niveles de riesgos por movimientos repetitivos sean altos o se encuentren en niveles rojos, esto sucede cuando alguno de los factores de riesgo está presente de forma crítica en la evaluación definida en la ilustración 26:

Ilustración 26 Evaluación rápida para identificación de riesgos en nivel alto para movimientos repetitivos

Evaluación rápida para Identificar la presencia de riesgo alto (nivel rojo) para movimientos repetitivos

NOTA: Señale con una "X" , cuando la condición verificada está presente (columna "SI") y cuando no está presente (columna "NO")

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1 ¿Las acciones técnicas de alguna extremidad superior son tan rápidas, que no es posible contarlas? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |
| 2 ¿Un brazo o ambos, trabajan con el codo casi a la altura del hombro por la mitad o más del tiempo de trabajo repetitivo? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |
| 3 ¿Se realizan picos de fuerza (Fuerza "Intensa" o más en la escala de Borg) durante el 5% o más del tiempo de trabajo repetitivo? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |
| 4 ¿Se requiere el agarre de objetos con los dedos (agarre de precisión) durante más del 80% del tiempo de trabajo repetitivo? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |
| 5 En un turno de 6 o más horas ¿Sólo tiene una pausa o ninguna? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |
| 6 ¿El tiempo de trabajo repetitivo es superior a 8 horas en el turno? | SI <input type="radio"/> | NO <input type="radio"/> |

Si alguna de las respuestas es "SI" la tarea probablemente está en el nivel rojo teniendo un nivel de riesgo alto. Es prioritario realizar la evaluación específica del riesgo de la tarea por empuje y tracción cargas por un técnico acreditado.

Si todas las respuestas son "NO", no es posible discriminar el nivel de riesgo de forma rápida y por tanto, es necesario realizar la evaluación específica para conocer el grado o nivel de exposición al riesgo.





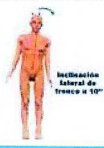
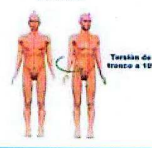










Fuente: CENEA

Guía de evaluación rápida-Posturas forzadas

Cuando existen posturas forzadas, los factores de riesgos están determinados por la frecuencia y posturas que llegan al límite articular, ya sea de forma dinámica o estática. La presencia desfavorable de factores de riesgos relacionados con posturas y movimientos forzados puede incrementar la probabilidad de desarrollar un trastorno músculo-esquelético.

Los principales factores de riesgos que intervienen por posturas y movimientos forzados son los siguientes:

Ilustración 27 Factores de riesgo en posturas forzadas

Factor de riesgo		Definición		
Posturas y movimientos forzados	Cabeza y cuello	Flexión  Flexión de cuello a 40°	Inclínación lateral  Inclínación lateral de cuello a 10°	Torsión  Rotación y torsión de cuello a 45°
	Tronco	Flexión  Flexión de tronco a 20°	Inclínación lateral  Inclínación lateral de tronco a 10°	Torsión  Torsión de tronco a 15°
	Brazo	Flexión  Flexión de hombro a 80°	Abducción  Abducción de hombro a 80°	
Posturas y movimientos forzados	Codo	Flexión-extensión  Flexión de codo a 90°		Prono-supinación 
	Muñeca	Flexión  Flexión de muñeca a 45°	Desviación  Desviación de muñeca a 20°	
	Rodilla	Flexión sentado  Flexión de rodilla sentada a 40°	Flexión de pie  Flexión de rodilla de pie a 135°	
	Tobillo	Dorsiflexión  Dorsiflexión de tobillo a 20°	Flexión  Flexión de tobillo a 90°	

Fuente: CENEA

De acuerdo a la tarea que realice el trabajador exige en algún momento varias posturas, si bien es cierto la postura general de las partes que componen el cuerpo humano se adoptan respecto al puesto de trabajo y a sus componentes después de un tiempo determinado, es por esto que en la mayoría de tareas que componen las actividades laborales es muy común identificar las siguientes posturas:

Posturas forzadas en cabeza y cuello

- **Flexión de cuello superior a 40°**

Posición cuando la cabeza se inclina hacia adelante flexionando el cuello acercando la barbilla al pecho.

Ilustración 28 Flexión de cuello superior a 40°



Fuente: CENEA

- **Inclinación lateral del cuello superior a 10°**

La cabeza se inclina hacia alguno de los lados ya sea derecho o izquierdo superando un ángulo de 10° con respecto al eje central del tronco.

Ilustración 29 Inclinación lateral del cuello superior a 10°

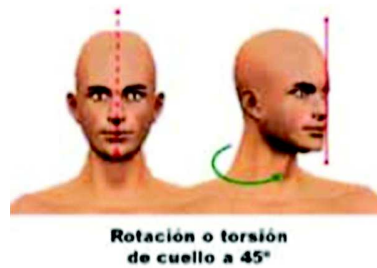


Fuente: CENEA

- **Torsión del cuello superior a 45°**

Posición cuando la cabeza rota sobre el eje central del cuerpo sin flexionar o inclinar el cuello.

Ilustración 30 Torsión del cuello superior a 45°



Fuente: CENEA

Posturas forzadas en el tronco

- Flexión de tronco superior a 20°

Esta posición se refiere cuando el tronco o la espalda se doblan hacia adelante disminuyendo el ángulo que existe entre las piernas y el tronco.

Ilustración 31 Flexión de tronco superior a 20°



Fuente: CENEA

- **Inclinación lateral del tronco superior a 10°**

Es cuando el tronco se inclina lateralmente hacia el lado derecho o izquierdo acercando la parte lateral del tronco a la cadera.

Ilustración 32 Inclinación lateral del tronco superior a 10°



Fuente: CENEA

- **Torsión de tronco superior a 10°**

Se identifica esta postura cuando el tronco o la espalda rotan hacia la derecha o la izquierda mientras que los pies se quedan fijo en el suelo.

Ilustración 33 Torsión del tronco superior a 10°



Fuente: CENEA

Posturas forzadas en el Hombro

- **Flexión de hombro superior a 80°**

Postura cuando el brazo se aleja del tronco hacia adelante superando el límite de 80°.

Ilustración 34 Flexión de hombro superior a 80°



Fuente: CENEA

- **Abducción de hombro a 80°**

Cuando el brazo se aleja del tronco hacia el lado superando el límite de 80°.

Ilustración 35 Abducción de hombro a 80°



Fuente: CENEA

- **Flexo-extensión de codo superior a 60°**

Cuando el codo realiza amplios movimientos (superiores a 60°) separando el brazo del antebrazo y volviéndolos a acercar.

Ilustración 36 Flexo-extensión de codo superior a 80°



Fuente: CENEA

- **Prono-supinación de codo superior a 60°**

Situación en la que el codo realiza amplios movimientos (superiores a 60°) girando el antebrazo hacia arriba y hacia abajo.

Ilustración 37 Prono-supinación superior a 60°

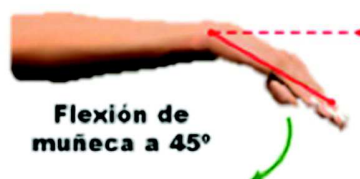


Fuente: CENEA

- **Flexión-extensión de muñeca superior a 45°**

Cuando la muñeca se mueve acercando o alejando la palma de la mano del antebrazo superando el límite de 45°.

Ilustración 38 Flexo-extensión de muñeca superior a 45°



Fuente: CENEA

- **Desviación de muñeca superior a 20°**

Postura en donde la muñeca se mueve lateralmente superando el límite de 20°.

Ilustración 39 Desviación de muñeca superior a 20°



Fuente: CENEA

- **Flexión de rodilla sentada superior a 40 ° y flexión de rodilla de pie superior a 135 °**

Cuando la persona adopta la postura ya sea sentado o de pie y acerca la pierna al muslo mayor a 40° en el caso de estar sentado, o más de 135° cuando está de pie.

Ilustración 40 Flexión de rodilla sentada a 40° y flexión de pie superior a 135°



Fuente: CENEA

- **Dorsiflexión de tobillo superior a 20°**

Postura cuando se eleva el pie hacia arriba.

Ilustración 41 Dorsiflexión de tobillo superior a 20°



Fuente: CENEA

- **Flexión plantar de tobillo superior a 50°**

Cuando la planta del pie se mueve hacia abajo.

Ilustración 42 Flexión plantar de tobillo superior a 50°



Fuente: CENEA

- **Duración y pausas**

La duración de la tarea en el puesto de trabajo es un factor determinante en el riesgo por posturas y movimientos forzados, si la tarea con posturas forzadas tiene una duración de más del 60% del tiempo de la jornada, es muy probable que esta duración influya en el incremento del nivel del riesgo.

Para afirmar que los niveles de riesgos por posturas y movimientos forzados son aceptables, se deben cumplir las siguientes condiciones:

Ilustración 43 Evaluación rápida para identificación de riesgos en nivel aceptable para posturas estáticas

Evaluación rápida para identificar la presencia de riesgo aceptable (nivel verde) para posturas estáticas

NOTA: Señale con una "X" , cuando la condición verificada está presente (columna "SI") y cuando no está presente (columna "NO")

Cabeza y tronco

- 1 ¿El tronco está erguido, o si está flexionado o en extensión el ángulo no supera los 20°? SI NO
- 2 ¿El cuello está recto, o si está flexionado o en extensión el ángulo no supera los 25°? SI NO
- 3 ¿La cabeza está recta, o si está inclinada lateralmente, el ángulo no supera los 25°? SI NO

Extremidad superior

- 4 ¿El brazo está sin apoyo y la flexión es inferior al ángulo de 20°? SI NO
- 5 ¿El brazo está con apoyo y la flexión es inferior al ángulo 60°? SI NO
- 6 ¿El codo realiza flexo-extensiones o prono-supinaciones no extremas (pequeñas)? SI NO
- 7 ¿La muñeca está en posición neutra, o no realiza desviaciones extremas (flexión, extensión, desviación radial o ulnar)? SI NO

Extremidad inferior

- 8 ¿Las flexiones extremas de rodilla están ausentes? SI NO
- 9 ¿Las dorsiflexiones y flexiones plantares de tobillo extremas están ausentes? SI NO
- 10 ¿Las posturas de rodillas y cuclillas están ausentes? SI NO
- 11 Si la postura es sentado, ¿el ángulo de la rodilla está entre 90° y 135°? SI NO

Si a todas las preguntas ha contestado "SI" entonces la tarea tiene un riesgo aceptable y está en el nivel verde.

Si alguna es "NO", no es posible discriminar el riesgo por lo que se recomienda hacer la evaluación específica por medio de un técnico acreditado.

Fuente: CENEA

- **Cuestionario Nórdico**

El cuestionario nórdico es un cuestionario estandarizado que permite el descubrimiento y análisis de molestias músculo-esqueléticas aplicables en estudios ergonómicos, con el fin de detectar la existencia de síntomas iniciales, que todavía no han constituido enfermedad o no han llevado al trabajador a consultar con un médico.

Su importancia es que nos brinda información que permitirá estimar los niveles de riesgos de manera proactiva y nos facultará para actuar de manera precoz ante riesgos desfavorables para el trabajador. (Ergonomía en Español)

En la ilustración 44 se muestra el formato del cuestionario nórdico utilizado en el estudio ergonómico:

Ilustración 44 Cuestionario Nórdico

CUESTIONARIO NÓRDICO			
DATOS GENERALES			
SEXO:	HOMBRE	MUJER	
EDAD:	< 35 AÑOS	36 - 45 AÑOS	> 45 AÑOS
TIEMPO EN EL PUESTO			
< 1 AÑO		1-2 AÑOS	> 2 AÑOS
OBSERVACIONES:			
INSTRUCCIONES:			
a. Indique SI o NO en el casillero de la derecha para evaluar los distintos aspectos considerados en esta lista de evaluación de las estaciones de trabajo en oficina			
b. La evaluación es personal			

	Cuello		Hombro		Dorsal o Lumbar		Codo o Antebrazo		Muñeca o Mano	
	Si	No	Si	izado	Si	No	Si	izado	Si	izado
1. Ha tenido molestias en?	Si	No	Si	izado	Si	No	Si	izado	Si	izado
<i>Si ha contestado NO a la pregunta 1, no conteste más y devuelva la encuesta</i>										
2. Desde hace cuánto tiempo?										
3. Ha necesitado cambiar de puesto de trabajo?	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
4. Ha tenido molestias en los últimos 12 meses?	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
<i>Si ha contestado NO a la pregunta 4, no conteste más y devuelva la encuesta</i>										
5. Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses?	1 - 7 días		1 - 7 días		1 - 7 días		1 - 7 días		1 - 7 días	
	8 - 30 días		8 - 30 días		8 - 30 días		8 - 30 días		8 - 30 días	
	> 30 días, no seguidos		> 30 días, no seguidos		> 30 días, no seguidos		> 30 días, no seguidos		> 30 días, no seguidos	
6. Cuánto dura cada episodio?	Siempre		Siempre		Siempre		Siempre		Siempre	
	< 1 hora		< 1 hora		< 1 hora		< 1 hora		< 1 hora	
	1 a 24 horas		1 a 24 horas		1 a 24 horas		1 a 24 horas		1 a 24 horas	
	1 a 7 días		1 a 7 días		1 a 7 días		1 a 7 días		1 a 7 días	
	1 a 4 semanas		1 a 4 semanas		1 a 4 semanas		1 a 4 semanas		1 a 4 semanas	
	> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes	
7. Cuánto tiempo estas molestias le han impedido trabajar en los últimos 12 meses?	0 día		0 día		0 día		0 día		0 día	
	1 a 7 días		1 a 7 días		1 a 7 días		1 a 7 días		1 a 7 días	
	1 a 4 semanas		1 a 4 semanas		1 a 4 semanas		1 a 4 semanas		1 a 4 semanas	
	> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes		> 1 mes	
8. Ha recibido tratamiento por estas molestias en los últimos 12 meses?	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
9. Ha tenido molestias en los últimos 7 días?	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
10. Póngale nota a sus molestias entre 0 (sin molestias) y 5 (molestias muy fuertes)	1		1		1		1		1	
	2		2		2		2		2	
	3		3		3		3		3	
	4		4		4		4		4	
	5		5		5		5		5	
11. A qué atribuye estas molestias?										

NOTA:

Fuente: Ergonomía en Español

- **Método RULA**

El Método RULA, con sus siglas que corresponden a *Rapid Upper Limb Assessment* "Evaluación rápida de extremidades superiores". El método fue desarrollado alrededor de 1993 por McAtamney y Corlett, investiga la exposición individual de los trabajadores a factores de riesgo que provoquen trastornos músculo-esqueléticos principalmente en las extremidades superiores.

RULA para su desarrollo emplea varios diagramas para registrar las posturas del cuerpo y tres tablas que sirven para evaluar la exposición a los factores de riesgo siguientes:

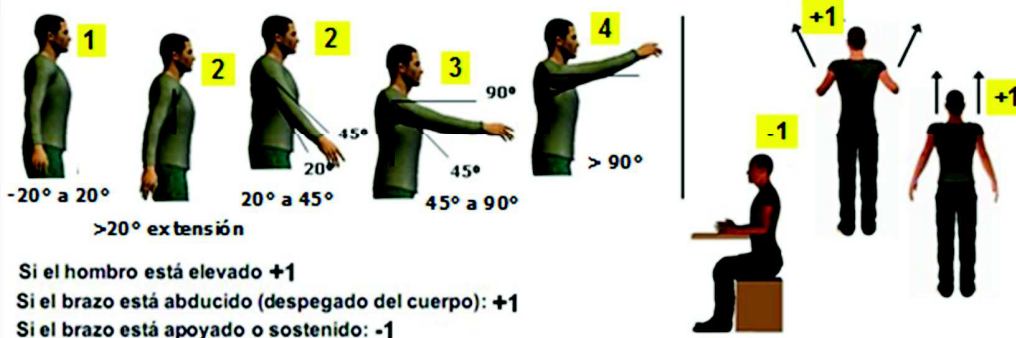
- a. Número de movimientos.
- b. Trabajo estático muscular.
- c. Fuerza aplicada.
- d. Posturas de trabajo determinadas por los equipos y el mobiliario.
- e. Tiempo de trabajo sin pausa.

La aplicación del método inicia con la observación directa de las actividades del trabajador durante varios ciclos de trabajo, a partir de esta observación se seleccionan las posturas más significativas ya sea por su duración o por la carga postural que presente y estas son las posturas que se analizarán bajo el método detallado a continuación:

Ilustración 45 Análisis de brazo, antebrazo y muñeca

A. Análisis de brazo, antebrazo y muñeca


Puntuación del brazo:



-20° a 20° 20° a 45° 45° a 90° >90°
 >20° extensión

Si el hombro está elevado +1
 Si el brazo está abducido (despegado del cuerpo): +1
 Si el brazo está apoyado o sostenido: -1

Puntuación del antebrazo:




>100° 100° 60° 0°
 2 1 2
 0° a 60°

Antebrazo cruza la línea media del cuerpo o antebrazo sale de la línea del cuerpo

+1

Puntuación de la muñeca:



0° 15° >15°
 1 2 3
 Posición neutra 0° - 15° de flexión/extensión >15° de flexión/extensión

Si la muñeca está desviada radial o cubitalmente


+1

Fuente: Método RULA

Ilustración 46 Análisis de cuello, tronco y piernas

B. Análisis de cuello, tronco y pierna

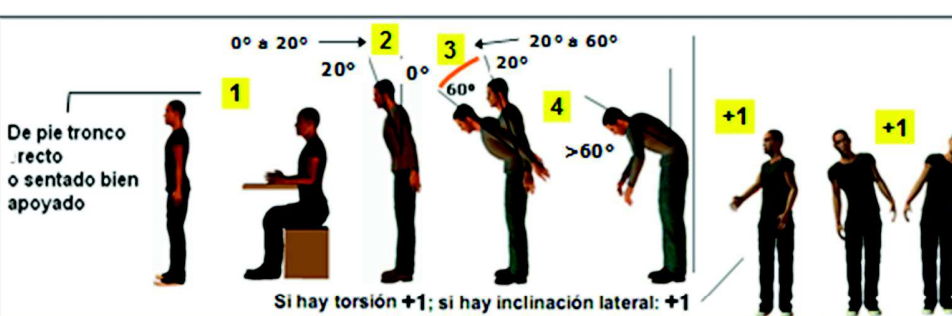
Puntuación del cuello:



0° a 10° 1
10° a 20° 2
>20° 3
en extensión 4

+1 cuello rotado
+1 inclinación lateral

Puntuación del tronco:




De pie tronco recto o sentado bien apoyado 1
0° a 20° 2
20° 3
0° 60° 4
20° a 60°
>60°

+1
+1

Si hay torsión +1; si hay inclinación lateral: +1

Puntuación de las piernas:



1 2

Sentado, con pies y piernas bien apoyados o de pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición: 1

Si los pies no están apoyados, o si el peso no está simétricamente distribuido: 2

Fuente: Método RULA

- **Método REBA**

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) fue propuesto por Sue Hignett y Lyn McAtamney publicado por la revista *Applied Ergonomics* en el año 2000. El método es el resultado del trabajo en conjunto de un equipo de ergónomos que identificaron alrededor de 600 posturas para su elaboración. El método permite el análisis conjunto de las posturas adoptadas por los miembros superiores del cuerpo, tronco, cuello, y piernas, además evalúa posturas estáticas como dinámicas.

La realización del método REBA pretende:

- a. Desarrollar un sistema de análisis postural sensible para riesgos músculo-esqueléticos en una variedad de tareas.
- b. Dividir el cuerpo en segmentos para codificarlos individualmente, con referencia a los planos de movimiento.
- c. Suministrar un sistema de puntuación para la actividad muscular debida a posturas estáticas (segmento corporal o una parte del cuerpo), dinámicas (acciones repetidas superiores a 4 veces por minuto), inestables o por cambios rápidos de la postura.
- d. Reflejar que la interacción o conexión entre la persona y la carga es importante en la manipulación manual pero que no siempre puede ser realizada con las manos.

- e. Dar un nivel de acción a través de la puntuación final con una indicación de urgencia.
- f. Requerir el mínimo equipamiento (lápiz y papel)

El método REBA evalúa el riesgo de posturas concretas de forma independiente, por lo que se consideran las posturas más representativas de una actividad ya sea por su repetición en el tiempo o por precariedad.

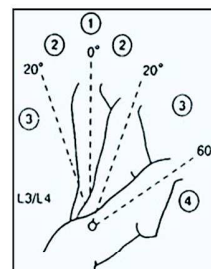
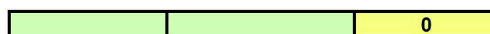
Este método es sensible a los riesgos de tipo músculo-esqueléticos, debido a que divide el cuerpo en segmentos para ser codificados individualmente y evalúan tanto por grupos tanto los miembros superiores como inferiores de la siguiente manera:

Ilustración 47 Análisis del Grupo A (Tronco, cuello y piernas)

GRUPO A**Tronco**

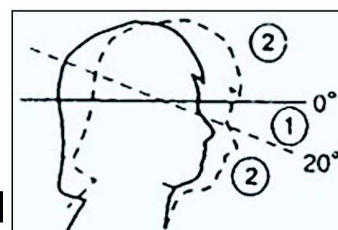
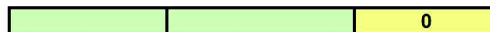
Movimiento	Puntuación	Corrección
Erguido	1	Añadir : +1 si hay torsión o inclinación lateral
0°-20° flexión	2	
0°-20° extensión	3	
> 20° flexión > 20° extensión > 60° flexión	4	

Puntuación :

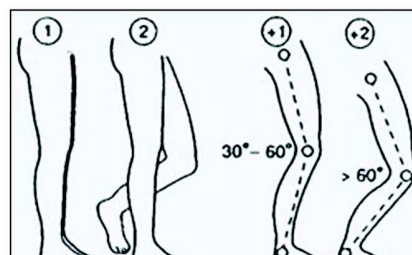
**Cuello**

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión	1	Añadir : +1 si hay torsión o inclinación lateral
20° flexión o extensión	2	

Puntuación :

**Piernas**

Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir : + 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	

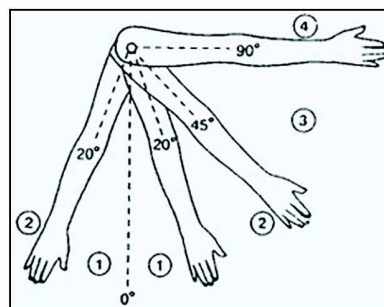


Fuente: Método REBA

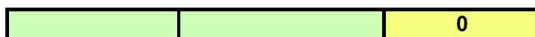
Ilustración 48 Análisis del Grupo B (Brazos, antebrazos y muñecas)

GRUPO B**Brazos**

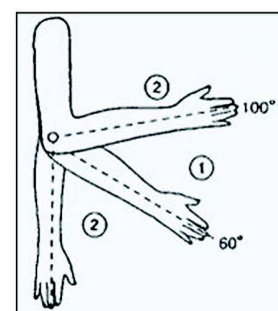
Posición	Puntuación	Corrección
0-20° flexión/extensión	1	Añadir :+1 por abducción o rotación , +1 elevación del hombro
> 20° extensión	2	-1 si hay apoyo o postura a favor de gravedad
20-45° flexión	3	
> 90° flexión	4	



Puntuación :

**Antebrazos**

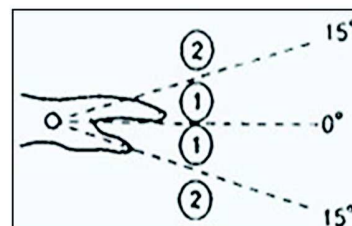
Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
< 60° flexión	
> 100° flexión	2



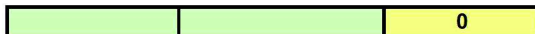
Puntuación :

**Muñecas**

Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir : +1 si hay torsión o desviación lateral
> 15° flexión/ extensión	2	



Puntuación :



Fuente: Método REBA

La Nota Técnica de Prevención 916 “El descanso en el trabajo: Pausas” del INSHT, señala que para evitar la fatiga postural es recomendable alternar las posiciones del cuerpo del trabajador evitando las posturas y movimientos forzados.

La Norma “ISO 11226:2000- Ergonomics Evaluation of static working postures” recomienda pausas de unos 5 minutos o cambios posturales cada hora, cuando la postura debe mantenerse de manera seguida y realizar micropausas es decir unos segundos cada 10 minutos.

La OIT en su Enciclopedia de Seguridad Salud en el Trabajo establece la siguiente ecuación para el cálculo del período de descanso para una postura estática:

Ecuación 1 Período de descanso para posturas estáticas

$$P.D. = 18 * (t/T)^{1,1} * (F/F_m)^{1,1} - 0,151 * t \quad \text{---} \quad 100$$

P.D. = Período de descanso como porcentaje de t

t= duración de la contracción (período de trabajo) en minutos

T= duración máxima posible de la contracción en minutos

f= fuerza necesaria para la fuerza estática

F= fuerza máxima

2.3. Marco Legal

Actualmente la normativa legal vigente en el Ecuador en materia de seguridad y salud exige a las instituciones nacionales, internacionales, públicas o privadas, brindar a sus trabajadores condiciones de trabajo seguras y controlar actos inseguros que representen un daño a su integridad física.

El actual proyecto de investigación tiene su fundamento legal principalmente en la Constitución del Ecuador, en los siguientes artículos:

Sección octava en lo referente al Trabajo y seguridad social, Art. 33 destaca:

(Asamblea Constituyente, 2008) *“El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El Estado garantizará a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado”.*

En el Artículo 4 del C121-Convenio sobre las prestaciones en caso de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, 1964 con la Organización Internacional del Trabajo se establece que:

(OIT, 1964) *“La legislación nacional sobre las prestaciones en caso de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales debe proteger a todos los asalariados, incluidos los aprendices, de los sectores público y privado,*

comprendidos aquellos de las cooperativas y, en caso de fallecimiento del sostén de familia, a categorías prescritas de beneficiarios”.

Decreto ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente, se aplica a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Decreto ejecutivo 2393, Art. 11 incisos:

2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.

10. Dar información en materia de prevención de riesgos, al personal de la empresa, con especial atención a los directivos técnicos y mandos medios, a través de cursos regulares y periódicos.

Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras públicas publicado en el registro oficial No. 00174 emitido por el Ministerio de Trabajo y Empleo, en el capítulo I Obligaciones de Empleadores, Art. 3 literal k) señala que:

Los empleadores del sector de la construcción, para la aplicación efectiva de la seguridad y salud en el trabajo deberán fomentar la adaptación del trabajo y de los puestos de trabajo a las capacidades de los trabajadores, habida cuenta de su estado de salud física y mental, teniendo en cuenta la ergonomía y las demás

disciplinas relacionadas con los diferentes tipos de riesgos psicosociales en el trabajo...

Lo que establece este inciso del artículo, es una obligación para los empleadores en proporcionar a sus trabajadores lugares de trabajo que se adapten a sus condiciones físicas y mentales para preservar su bienestar físico y social, es por esta razón que se desarrolla un estudio ergonómico de la situación actual de los soldadores de producción electromecánica en el área de pipe shop, con el objetivo de prevenir y controlar lesiones y trastornos músculo-esqueléticos.

Algunas de las normas aplicables en Ecuador se enlistan en la siguiente tabla:

Tabla 5 Normativa adoptada por Ecuador

NORMATIVAS ADOPTADAS POR EL ECUADOR		
TIPO	NUMERO	TITULO
NTE	INEN-ISO/TR 12885	Nanotecnologías. Prácticas de seguridad y salud en lugares de trabajo relacionados con las nanotecnologías (ISO 12885/tr:2008, idt)
NTE	INEN-OHSAS 18001	Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Requisitos
NTE	INEN-OHSAS 18002	Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Directrices para la implementación de inen-ohsas 18001:2007
NTE	INEN-ISO 11228-1	Ergonomía. Manipulación manual. Parte 1: levantamiento y transporte.
NTE	INEN-ISO 11228-2	Ergonomía. Manipulación manual. Parte 2: empujar y halar.
NTE	INEN-ISO 11226:2000/COR.1:2006	Ergonomía. Evaluación de posturas de trabajo estáticas
NTE	INEN-ISO 11228-3	Ergonomía. Manipulación manual. Parte 3: manipulación de cargas livianas a alta frecuencia (ISO 11228-3:2007, idt)
NTE	INEN-ISO 10551	Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación de la influencia del ambiente térmico empleando escalas de juicio subjetivo. (ISO 10551:1995)
NTE	INEN-ISO 11079	Ergonomía del ambiente térmico. Determinación e interpretación del estrés debido al frío empleando el aislamiento requerido de la ropa (ireq) y los efectos del enfriamiento local. (ISO 11079:2007)

NTE	INEN-ISO 11228-1	Ergonomía. Manipulación manual. Parte 1: levantamiento y transporte (ISO 11228-1:2003, idt). Solicite al centrodeinformacion@normalizacion.gob.ec
NTE	INEN-ISO 11228-2	Ergonomía. Manipulación manual. Parte 2: empujar y halar.
NTE	INEN-ISO 11226:2000/COR.1:2006	Ergonomía. Evaluación de posturas de trabajo estáticas
NTE	INEN-ISO 11228-3	Ergonomía. Manipulación manual. Parte 3: manipulación de cargas livianas a alta frecuencia (ISO 11228-3:2007, idt)
NTE	INEN-ISO 10551	Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación de la influencia del ambiente térmico empleando escalas de juicio subjetivo. (ISO 10551:1995)
NTE	INEN-ISO 11079	Ergonomía del ambiente térmico. Determinación e interpretación del estrés debido al frío empleando el aislamiento requerido de la ropa (ireq) y los efectos del enfriamiento local. (ISO 11079:2007)
NTE	INEN-ISO 11228-1	Ergonomía. Manipulación manual. Parte 1: levantamiento y transporte (ISO 11228-1:2003, idt). Solicite al centrodeinformacion@normalizacion.gob.ec
NTE	INEN-ISO 11399	Ergonomía del ambiente térmico. Principios y aplicación de las normas internacionales correspondientes. (ISO 11399:1995)
NTE	INEN-ISO 12894	Ergonomía del ambiente térmico. Vigilancia médica de las personas expuestas a ambientes cálidos o fríos extremos. (ISO 12894:2001).
NTE	INEN-ISO 13731	Ergonomía del ambiente térmico. Vocabulario y símbolos. (ISO 13731:2001).
NTE	INEN-ISO 13732-1	Ergonomía del ambiente térmico. Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies. Parte 1: superficies calientes. (ISO 13732- 1:2006)
NTE	INEN-ISO 13732-3	Ergonomía del ambiente térmico. Métodos para la evaluación de la respuesta humana al contacto con superficies. Parte 3: superficies frías. (ISO 13732-3:2005).
NTE	INEN-ISO 14505-2	Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación de los ambientes térmicos en vehículos. Parte 2: determinación de la temperatura equivalente. (ISO 14505- 2:2006, idt)
NTE	INEN-ISO 14505-3	Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del ambiente térmico en vehículos. Parte 3: evaluación del bienestar térmico empleando seres humanos (ISO 14505-3:2006, idt)
NTE	INEN-ISO 14915-1	Ergonomía del software para interfaces de usuario multimedia. Parte 1: principios de diseño y estructura. (ISO 14915-1:2002, idt)
NTE	INEN-ISO 14915-2	Ergonomía del software para interfaces de usuario

		multimedia. Parte 2: navegación y control multimedia (ISO 14915-2:2003, idt)
NTE	INEN-ISO 14915-3	Ergonomía del software para interfaces de usuario multimedia. Parte 3: selección y combinación de medios. (ISO 14915-3:2002, idt)
NTE	INEN-ISO 15265	Ergonomía del ambiente térmico. Estrategia de evaluación del riesgo para la prevención del estrés o incomodidad en condiciones de trabajo térmicas (ISO 15265:2004, idt).
NTE	INEN-ISO 15536-1	Ergonomía. Maniqués informatizados y plantillas del cuerpo humano. Parte 1: requisitos generales. (ISO 15536-1:2005, idt)
NTE	INEN-ISO 15536-2	Ergonomía. Maniqués informatizados y plantillas del cuerpo humano. Parte 2: verificación de funciones y validación de dimensiones de los sistemas de maniqués informatizados. (ISO 15536-2:2007, idt)
NTE	INEN-ISO 15743	Ergonomía del ambiente térmico. Lugares de trabajo con frío. Evaluación y gestión de riesgos. (ISO 15743:2008, idt)
NTE	INEN-ISO 24503	Ergonomía. Diseño accesible. Utilización de puntos y barras táctiles en productos de consumo (ISO 24503:2011, idt)
NTE	INEN-ISO 7726	Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas. (ISO 7726:1998)
NTE	INEN-ISO 7730	Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices pmv y ppd y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005).
NTE	INEN-ISO 7731	Ergonomía. Señales de peligro para lugares públicos y lugares de trabajo. Señales acústicas de peligro. (ISO 7731:2003).
NTE	INEN-ISO 7933	Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada. (ISO 7933:2004)
NTE	INEN-ISO 8996	Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2004).
NTE	INEN-ISO 9241-110	Ergonomía de interacción persona-sistema. Parte 110: principios de diálogo (ISO9241-110:2006)
NTE	INEN-ISO 9241-129	Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 129: directrices sobre la individualización de software. (ISO 9241-129:2010)
NTE	INEN-ISO 9241-151	Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 151: directrices para las interfaces de usuario web (ISO 9241-151:2008)
NTE	INEN-ISO 9241-	Ergonomía de la interacción hombre-sistema - parte 171: orientaciones sobre la accesibilidad del

		software. (ISO 9241-171:2008)
NTE	INEN-ISO 9241-20	Ergonomía de la interacción persona-sistema. Parte 20: pautas de accesibilidad para equipos y servicios de tecnologías de información / comunicación (tic) (ISO 9241-20:2008)
NTE	INEN-ISO 9241-400	Ergonomía de la interacción persona-sistema. Parte 400: principios y requisitos para los dispositivos físicos de entrada.
NTE	INEN-ISO 9886	Ergonomía. Evaluación de la sobrecarga térmica mediante mediciones fisiológicas. (ISO 9886:2004)
NTE	INEN-ISO 9921	Ergonomía. Evaluación de la comunicación verbal (ISO 9921:2003)
NORMATIVAS ELABORADAS POR EL PAIS		
TIPO	NUMERO	TITULO
NTE	INEN 1556:87	Muebles de oficina. Definiciones y clasificación * 4 (*4) Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA , pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA , según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20
NTE	INEN 1641:88	Muebles de oficina. Escritorios y mesas. Requisitos
NTE	INEN 1642:88	Muebles de oficina. Unidades de almacenamiento. Requisitos
NTE	INEN 1646:90	Definiciones y disposiciones antropométricas generales para el diseño de muebles * 4 (*4) Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA , pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA , según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20
NTE	INEN 1647/1989-02	Muebles de Oficina. Asientos. Requisitos
NTE	INEN 1648:95	Muebles de oficina. Escritorios y mesas. Método de ensayo * 4 (*4) Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA , pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA , según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20
NTE	INEN 1979:95	Muebles de madera. Determinación de la resistencia al impacto en los acabados * 4 (*4) Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA , pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA , según

		Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20
NTE	INEN 1980:95	Muebles. Métodos de ensayo para determinación de estabilidad de las mesas * 4 (*4) Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA , pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA , según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20
NTE	INEN 2002:95	Muebles de oficina. Métodos de ensayos para asientos * 4 (*4) Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA , pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA , según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

Fuente: INEN; 2015, <http://apps.inen.gob.ec/descarga>

2.4. Definición de términos

2.4.1. Peligro

Se define en su manera más sencilla, como la amenaza existente en el lugar de trabajo de sufrir un accidente que perjudique a la salud del trabajador (**Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores, 2004**).

2.4.2. Riesgo Laboral

Es la probabilidad de que la exposición de un trabajador a un factor de peligro en el trabajo cause enfermedad o lesión (**Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores, 2004**).

2.4.3. Peligro ergonómico

Es aquella condición relacionada con el esfuerzo físico que puede estar presente o no en un puesto de trabajo, si está presente, es posible que el trabajador expuesto pueda sufrir con el tiempo una lesión músculo-esquelética que afecte a su salud. Para valorar si esta exposición es demasiado peligrosa, se deberá evaluar el riesgo **(Álvarez, Hernández, Tello, & Gil Meneses, 2012)**.

2.4.4. Riesgo ergonómico

Es la probabilidad que tiene un peligro ergonómico de generar un trastorno músculo-esquelético en las personas trabajadoras que están expuestas al peligro. De igual manera que existen los peligros ergonómicos, estos mismos pueden potencialmente ser riesgos ergonómicos. Cuando hay un riesgo ergonómico se deben dirigir los esfuerzos a eliminar el peligro y en caso de que no sea posible eliminarlo, se debe realizar la evaluación específica del riesgo y mejorar las condiciones del puesto de trabajo para reducir el nivel de riesgo a un nivel aceptable **(Álvarez, Hernández, Tello, & Gil Meneses, 2012)**.

2.4.5. Riesgo biomecánico

Es la probabilidad de sufrir un accidente laboral o de adquirir una enfermedad ocupacional condicionada por los factores: posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas, durante la realización de un trabajo.

CAPITULO III

3. Metodologías y diagnóstico

3.1. Diseño de investigación

La metodología de este proyecto se basa en la necesidad de identificar los trastornos músculo-esqueléticos que padecen los soldadores del área de producción electromecánica en la construcción del Acueducto Represa La Esperanza- Refinería del Pacífico; por lo que esta investigación desarrolla diversos métodos y técnicas para lograr los objetivos ya planteados en el capítulo I. La metodología de la investigación servirá para conocer la realidad que afecta al bienestar general de los soldadores en su lugar de trabajo.

La presente investigación permitirá identificar los factores que ocasionan el desarrollo de trastornos músculo-esqueléticos en los soldadores, recolectar y analizar información sobre el tema, lo que permitirá cumplir con los objetivos que se imparten en esta investigación. Es indispensable recurrir a métodos y técnicas participativas del personal objeto de estudio en la investigación.

3.2. Método de la investigación

Para el desarrollo de la investigación se emplearán los siguientes métodos:

- **Científico:** El método científico se utiliza ya que permite realizar la exploración de conocimientos técnicos y recolección de datos e información relacionados con la problemática de la investigación.

- **Observación científica:** En la investigación se hará uso de la percepción directa del problema a investigar, en este caso de identificar y reconocer cuales son los factores que desarrollan trastornos músculo-esqueléticos en los soldadores, pues brinda la oportunidad de conocer la realidad del origen que se observa y sirve de gran apoyo para la búsqueda de las soluciones a la problemática.

3.3. Tipos de investigación

El tipo de investigación en el desarrollo del estudio ergonómico a los soldadores de producción electromecánica en la Construcción del Proyecto Acueducto Represa La Esperanza hacia la Refinería del Pacífico, es una investigación aplicada que permite identificar los factores que originan trastornos músculo-esquelético en los soldadores.

Es una investigación de campo o investigación in situ debido a que se realiza en el sitio en donde se encuentra el objeto de estudio y que busca determinar las causas por las cuales los soldadores desarrollan trastornos músculo-esqueléticos durante sus actividades laborales.

La investigación descriptiva en este estudio es importante, pues analizará la situación real de los soldadores en sus actividades laborales, identificando los riesgos ergonómicos que ocasionan molestias al soldador, los cuales van a ser importantes al momento de proponer condiciones de mejora al final del estudio una vez obtenidos los resultados.

3.4. Población y muestra

La población que se tomará en consideración para el estudio ergonómico la constituirán los soldadores del área de producción del acueducto, la muestra para el desarrollo del estudio ergonómico, es de 10 soldadores del área de producción electromecánica ubicados en el campamento La Esperanza mientras realizan sus actividades de trabajo en su jornada laboral.

3.5. Técnicas de investigación

Con el propósito de reconocer, identificar y mejorar los factores que determinan el desarrollo de trastornos músculo-esqueléticos en los soldadores, esta investigación se basa en las observaciones y evaluaciones de campo por lo que se aplicarán las siguientes técnicas:

- **Observación Directa:** Se emplea la técnica de la observación directa con el soporte de fotografías de campo y filmación digital del puesto de trabajo del soldador durante su jornada laboral, para que de esta manera se puedan identificar los factores ergonómicos que afectan al sistema músculo-esquelético del soldador.
- **Entrevistas:** Es una de las mayores técnicas de investigación empleada para conocer de forma más real cuales son los malestares y trastornos que padecen los soldadores por causa del ambiente, jornada de trabajo y afecciones físicas, además de saber el grado de satisfacción de los soldadores en su área de trabajo.

- **Encuestas:** Las encuestas realizadas a los soldadores nos permitirá definir si existe la percepción de trastornos músculo-esqueléticos para lo cual se aplica el Cuestionario Nórdico que es una herramienta validada.
- **Herramientas informáticas:** Software que servirán de apoyo para el procesamiento y almacenamiento de la información adquirida de campo.

3.6. Diagnóstico

La construcción es uno de los sectores con mayor dinamismo en la economía nacional en los últimos meses, según la Cámara de la Industria de la Construcción (Camicon), las fuentes de trabajo creadas en el sector alcanzarían alrededor de 500.000 trabajadores es decir que la construcción aporta con el 8% del empleo total nacional. Sin embargo la industria de la construcción involucra muchos peligros a sus trabajadores, al menos 60.000 trabajadores sufren accidentes laborales en obras de ingeniería cada año, según un estudio realizado por la firma Sakura Consulting Group (**Mundo Constructor, 2015**).

El Estado Ecuatoriano ha puesto énfasis en las políticas orientadas a salvaguardar la integridad del trabajador, actualmente representantes del Ministerio de Trabajo realizan visitas a las obras para verificar que se cumplan las normas de seguridad ocupacional, constatando que las áreas de trabajo posean correcta señalización, que los trabajadores usen la vestimenta e implementos de protección personal.

Es indispensable que toda constructora disponga de un manual de seguridad industrial para sus obreros y visitantes en obra, cada proyecto tiene actividades diferentes por lo que el área de seguridad industrial es indispensable al inicio del

proyecto, debe de realizar análisis de los puestos de trabajo, identificar las actividades con mayores riesgos para con esto elaborar profesiogramas, procedimientos e instructivos de trabajo, etc.

Las inducciones sobre seguridad industrial son herramientas fundamentales que deben existir a lo largo del proyecto, para dar a conocer los riesgos a los que están expuestos los trabajadores que van ingresando a la obra.

La capacitación continua es otra herramienta muy importante que sostiene la seguridad industrial, ya que permite a los trabajadores educarse constantemente en cuanto a normativas de seguridad industrial, actividades nuevas a realizarse en la obra, incidentes o accidentes suscitados en la obra para prevenir nuevos en el futuro.

Las charlas diarias hacia los trabajadores son muy importantes, antes de iniciar sus actividades es necesario que esto se realice, aunque parezca repetitivo ayuda a reducir la incidencia de accidentes laborales.

En el proyecto Acueducto La Esperanza-Refinería del Pacífico, no se ha realizado un estudio ergonómico a los soldadores del área de producción electromecánica, que permita conocer las lesiones y molestias que padecen los trabajadores de esta área, razón por la cual este estudio está direccionado a esta carencia.

Los soldadores por las actividades que realizan se ven expuestos a muchos riesgos, que a la larga provocan tensión al cuerpo. Los trastornos músculo-esqueléticos se pueden presentar en todas las partes del cuerpo, siendo las más comunes las extremidades superiores y la parte baja de la espalda. Cabe señalar que los trastornos músculo-esqueléticos se incrementan con la edad, debido al aumento del

tiempo de exposición por lo que es muy importante evitar los agentes que las provocan.

Las posiciones forzadas, los movimientos repetitivos y la manipulación manual de cargas son las causales de los trastornos músculo-esqueléticos motivando la realización de este estudio para prevenir enfermedades ocupacionales y mejorar la calidad de vida de los trabajadores, proporcionando un puesto de trabajo acorde al soldador, mejorar la productividad laboral, disminuir los tiempos perdidos y los costos referentes a compensaciones al trabajador.

Los soldadores realizan sus actividades laborales, en un horario de 7:00 am hasta las 18:00 de lunes a domingo, tienen una jornada mensual de 11 días laborados y 3 días de descanso, poseen 30 minutos para el desayuno hasta las 7:30 am y 60 minutos para el almuerzo y descanso.

El estudio ergonómico biomecánico a los soldadores se realiza en el área de producción electromecánica, la cual presenta riesgos que derivan a lesiones músculo-esqueléticas ya que los trabajadores se encuentran expuestos a periodos extensos de trabajo, posiciones forzadas, movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas, presentando molestias a nivel del cuello, brazos, hombros, espalda y piernas siendo las más comunes conforme a los informes y datos proporcionados por el departamento médico de la empresa, es por esta razón que se realiza el presente trabajo de investigación y así poder determinar las molestias que padecen los soldadores.

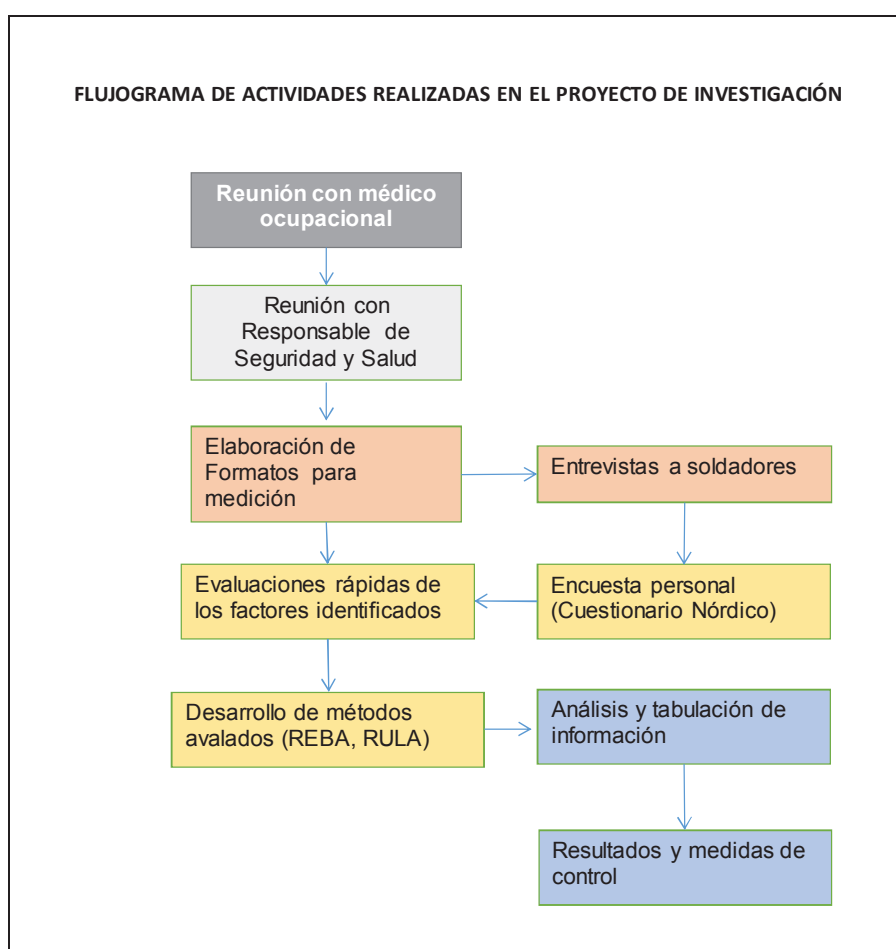
CAPÍTULO IV

4. Resultados y discusión

4.1. Análisis, interpretación y discusión de los resultados

La información para el desarrollo del proyecto de investigación fue tomada directamente de campo para lo cual se realizaron las actividades descritas en el flujograma 3:

Flujograma 3 Actividades realizadas en el proyecto



Fuente: Autor

1. Reunión con Médico Ocupacional:

- 1.1. Consulta al médico ocupacional del proyecto cuáles son las afecciones más comunes que presentan los soldadores objeto de estudio.

2. Reunión con Responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo:

- 2.1. Consulta al responsable del área de Seguridad y Salud sobre las capacitaciones que son impartidas a los soldadores a su ingreso del proyecto y durante la ejecución de sus actividades.

3. Formatos de evaluación y medición:

- 3.1. Elaboración de formatos y matrices a utilizarse durante las evaluaciones y mediciones basadas en métodos y cuestionarios avalados internacionalmente.

4. Entrevistas a soldadores:

- 4.1. Reunión con los soldadores con el fin de aclarar los motivos del proyecto de investigación, explicando el apoyo que se necesita de parte de ellos en las encuestas y entrevistas a realizar.

5. Cuestionario Nórdico:

- 5.1. Aplicación del cuestionario nórdico para detectar la existencia de síntomas de afecciones músculo-esqueléticas en los soldadores del proyecto de construcción Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico.

6. Método REBA:

- 6.1. Aplicación de un método de evaluación específico para los cambios inesperados en las extremidades superiores (Método REBA) en los soldadores del proyecto de construcción Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico.

7. Método RULA:

7.1. Aplicación de un método específico para evaluar las posturas de los soldadores en función de los ángulos de posición de cada una de las partes del cuerpo.

8. Análisis y tabulación de información:

8.1. Revisar, organizar y tabular la información obtenida en la aplicación del cuestionario y métodos aplicados a los soldadores del proyecto de construcción Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico.

8.2. Propuestas de mejora para la situación problemática del proyecto.

4.2. Presentación de resultados

Actualmente la empresa cuenta con 583 integrantes de los cuales el área de electromecánica dispone de 52 colaboradores, el estudio está dirigido a los 10 soldadores que pertenecen al área de producción electromecánica ubicados en el pipe shop.

4.2.1. Análisis de los resultados del Cuestionario Nórdico

Previo a la realización del cuestionario nórdico se realizan visitas de campo con el fin de observar varios ciclos de trabajos de los soldadores ubicados en el pipe shop del área producción electromecánica.

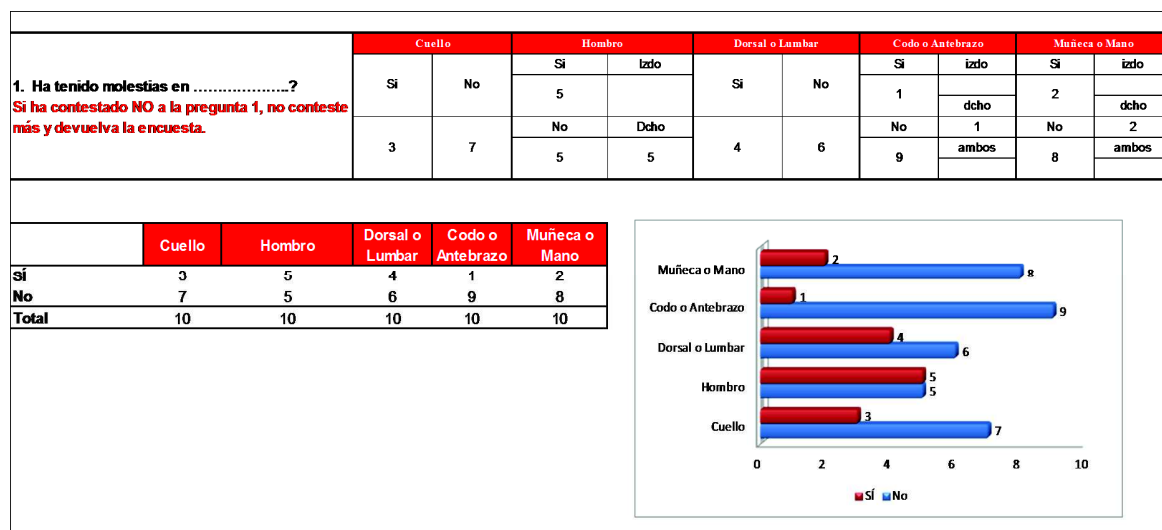
Una vez identificados los peligros y riesgos en base al INSHT se procede a entrevistar a cada soldador para el desarrollo del cuestionario nórdico, obteniendo los siguientes resultados:

Ilustración 49 Datos generales de soldadores

DATOS GENERALES			
EDAD	< 35 AÑOS	36 - 45 AÑOS	> 45 AÑOS
	3	5	2
TIEMPO EN EL PUESTO	< 1 AÑO	1-2 AÑOS	> 2 AÑOS
	3	5	2
TOTAL SOLDADOR	10		

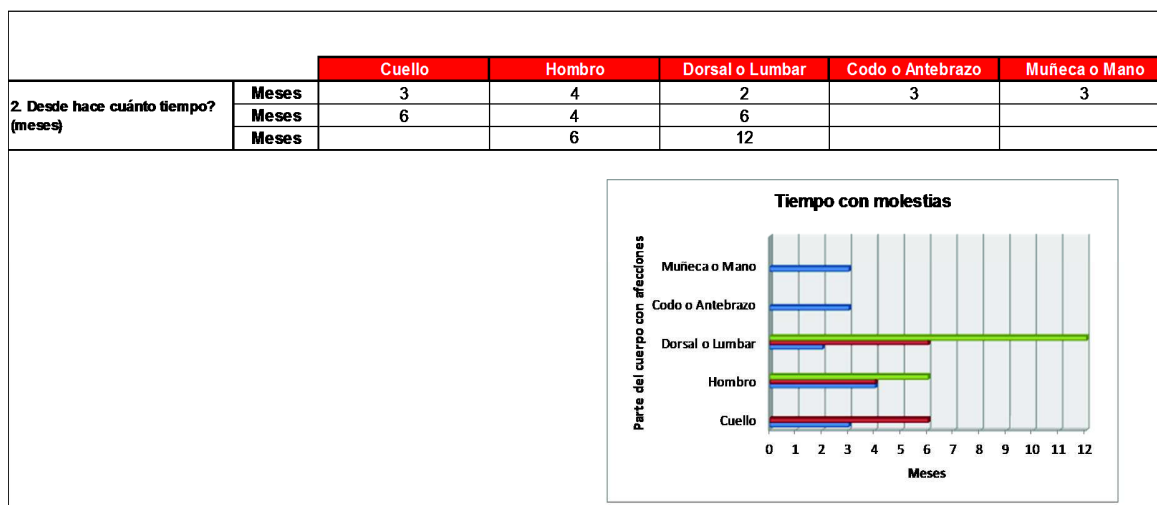
Fuente: Autor

Ilustración 50 Resultados a la pregunta No. 1 del cuestionario nórdico



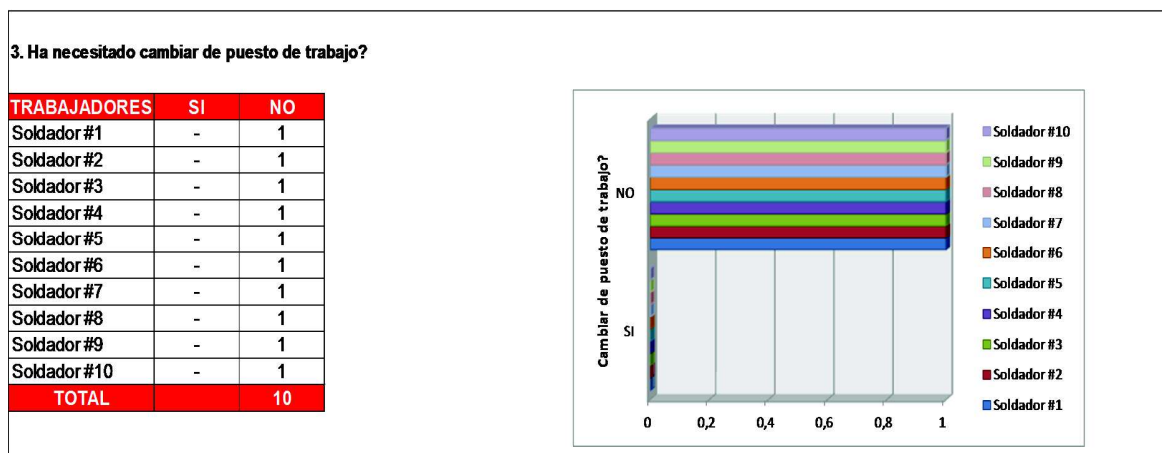
Fuente: Autor

Ilustración 51 Respuestas a la pregunta No. 2 del cuestionario nórdico



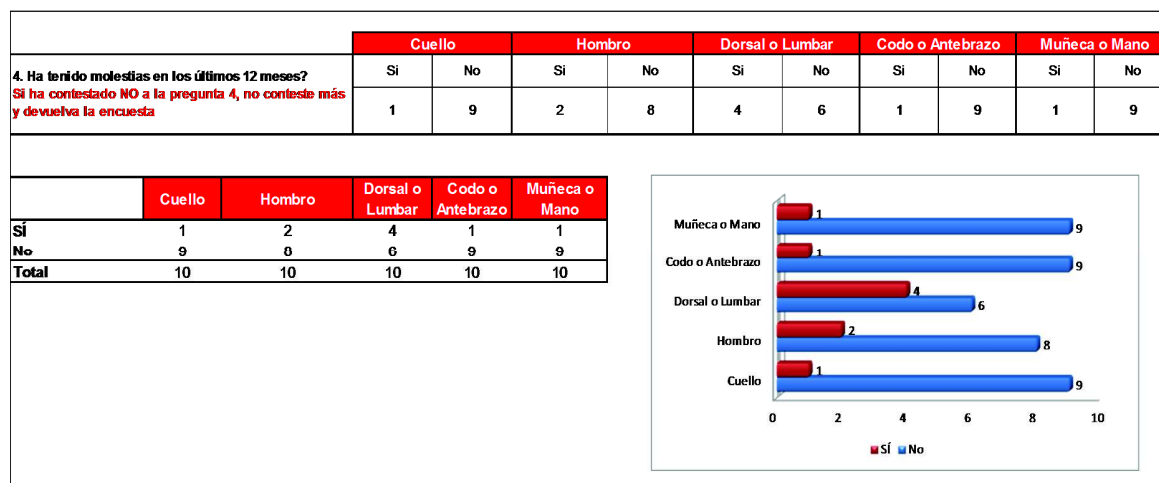
Fuente: Autor

Ilustración 52 Resultados a la pregunta No. 3 del cuestionario nórdico



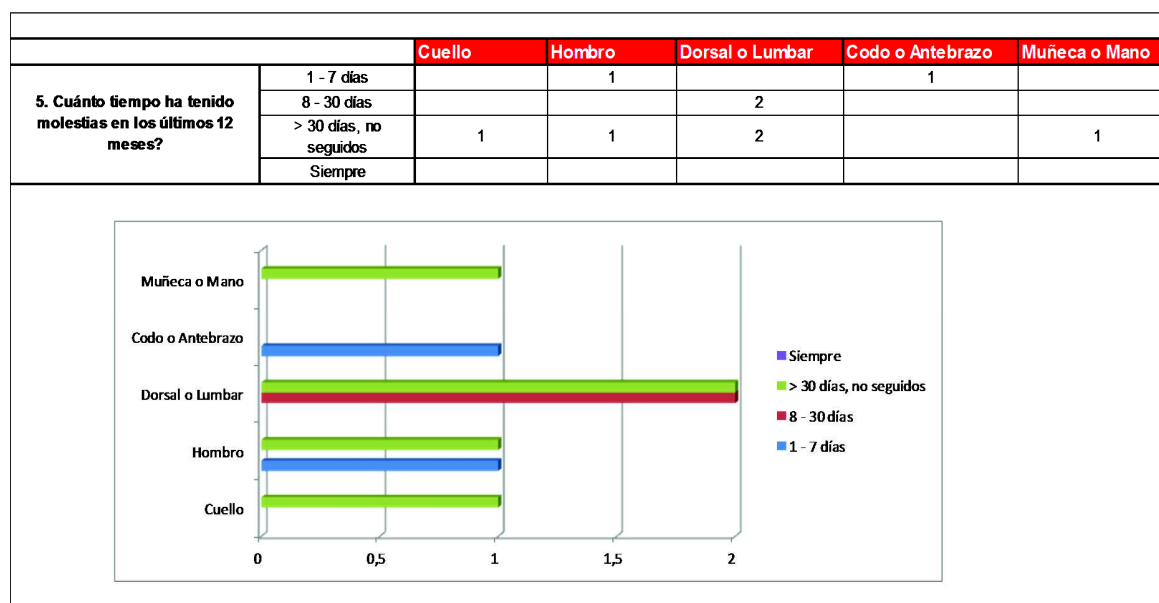
Fuente: Autor

Ilustración 53 Resultados a la pregunta No. 4 del cuestionario nórdico



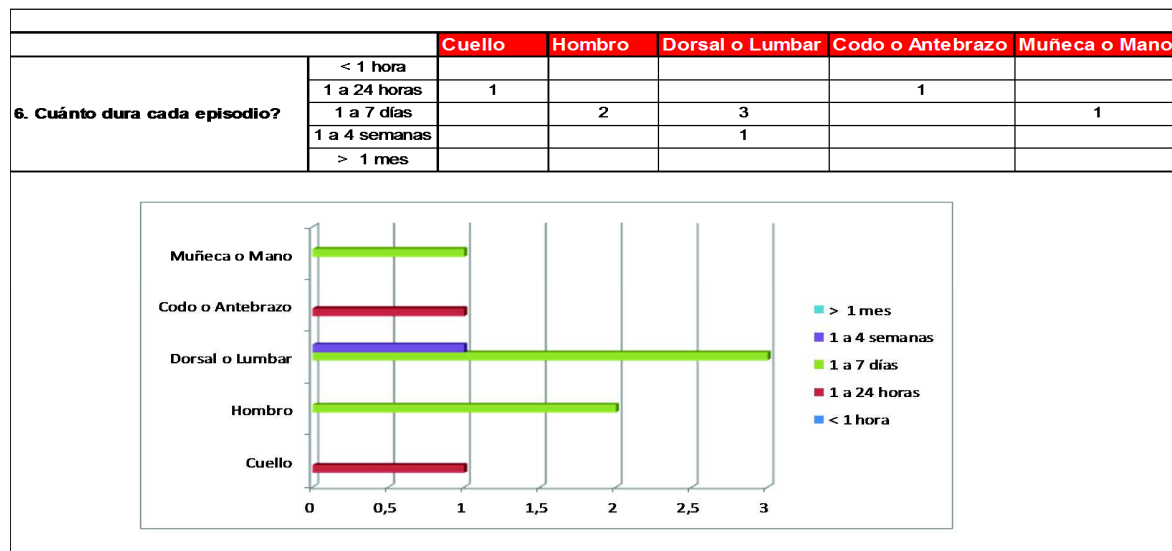
Fuente: Autor

Ilustración 54 Resultados a la pregunta No. 5 del cuestionario nórdico



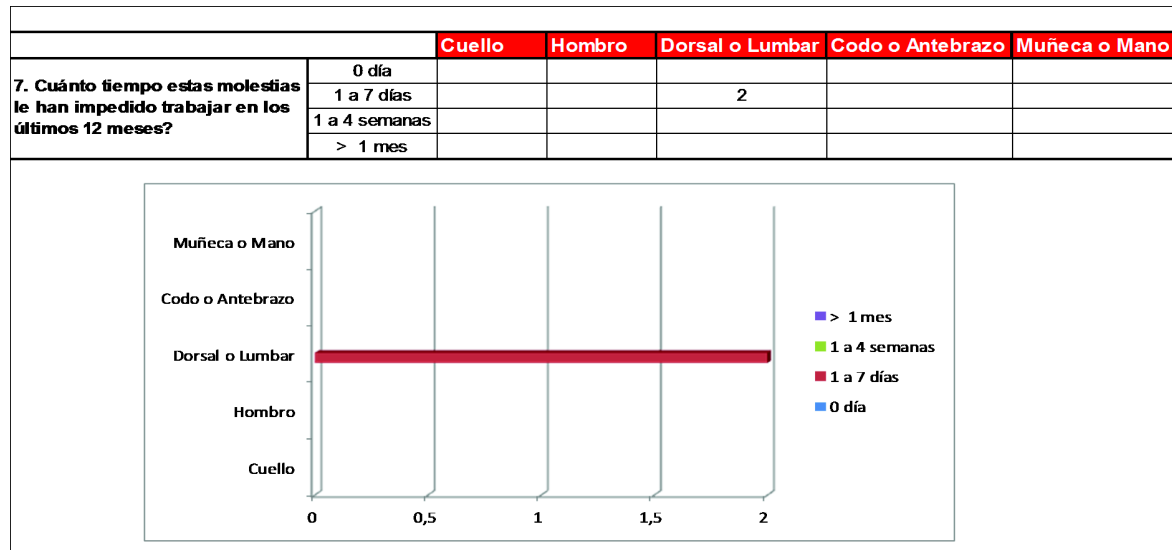
Fuente: Autor

Ilustración 55 Resultados a la pregunta No. 6 del cuestionario nórdico



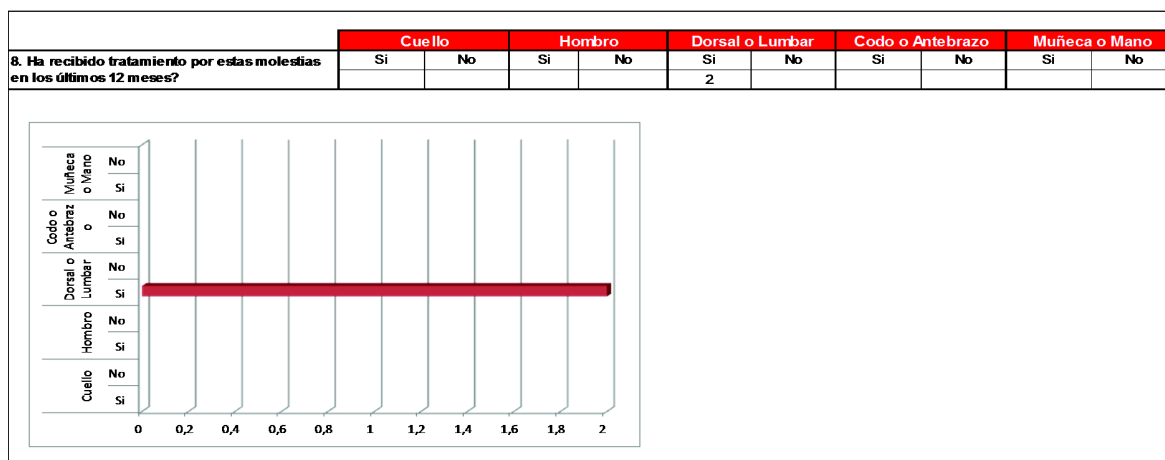
Fuente: Autor

Ilustración 56 Resultados a la pregunta No. 7 del cuestionario nórdico



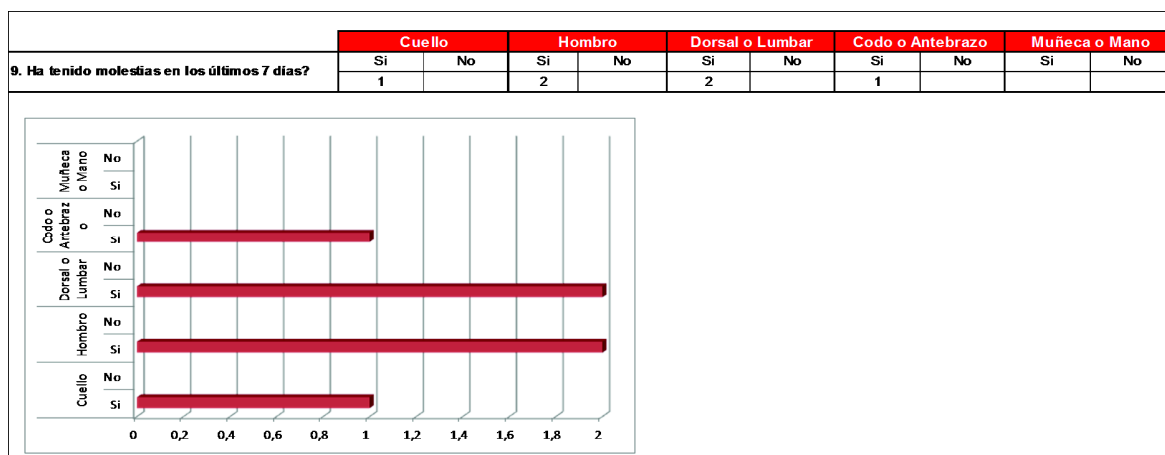
Fuente: Autor

Ilustración 57 Resultados a la pregunta No. 8 del cuestionario nórdico



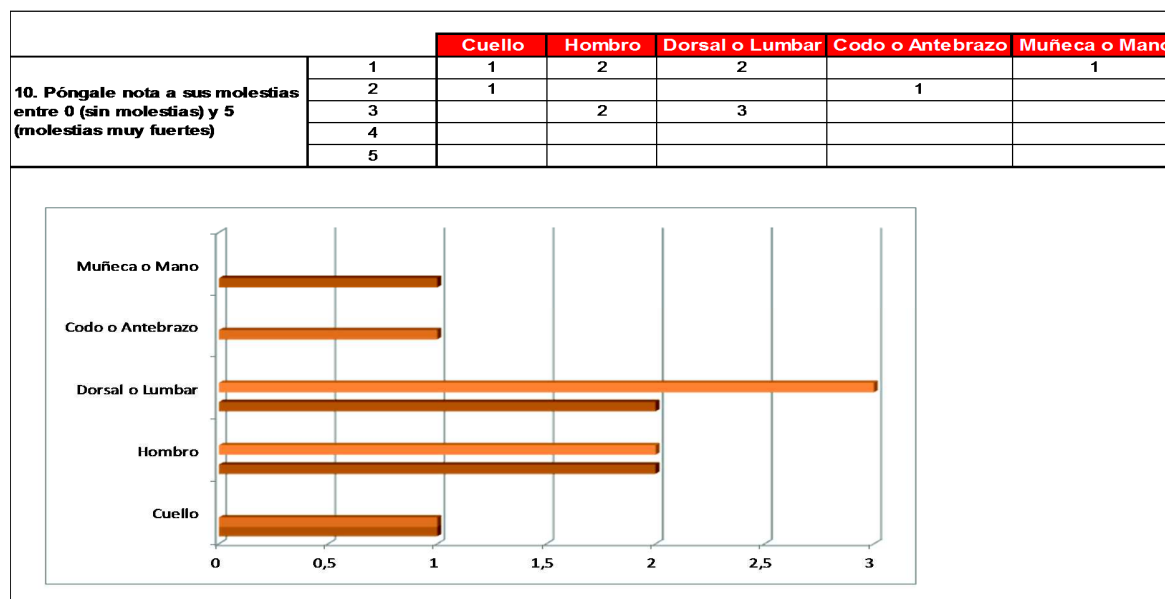
Fuente: Autor

Ilustración 58 Resultados a la pregunta No. 9 del cuestionario nórdico



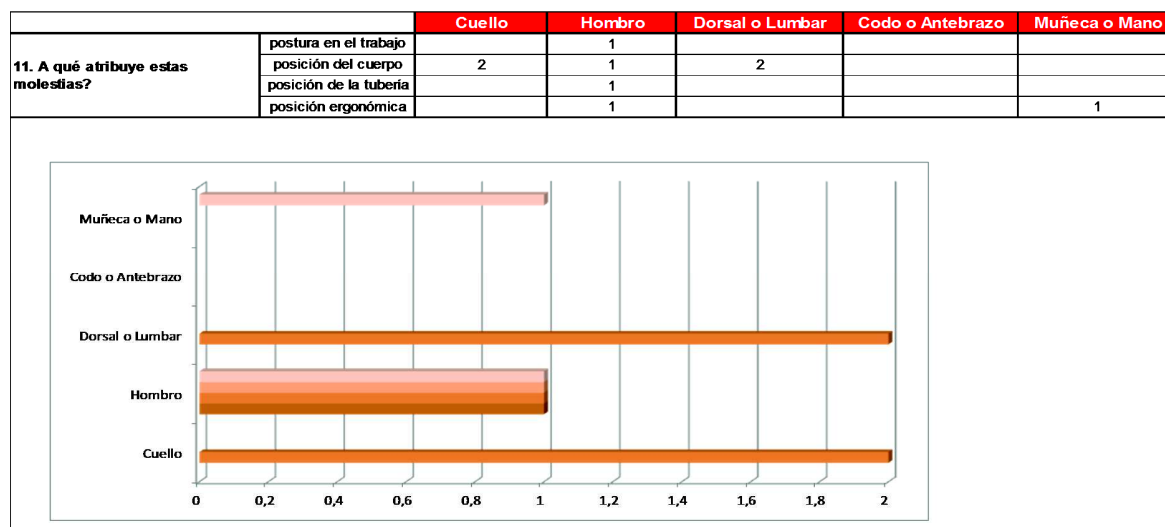
Fuente: Autor

Ilustración 59 Resultados a la pregunta No. 10 del cuestionario nórdico



Fuente: Autor

Ilustración 60 Resultados a la pregunta No. 11 del cuestionario nórdico

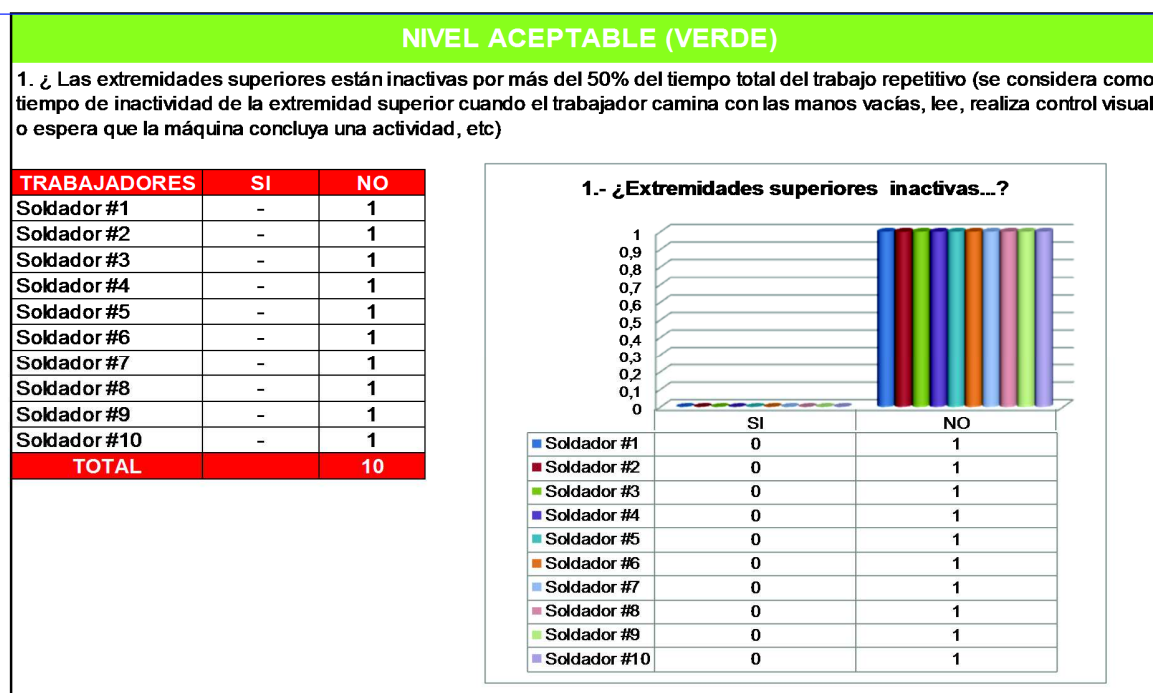


Fuente: Autor

4.2.2. Análisis de los resultados de la guía de evaluación rápida

Con el fin de obtener mayor información acerca de los riesgos a los que están expuestos los soldadores del área de pipe shop, se realizan las evaluaciones rápidas acorde a los riesgos biomecánicos que se detectaron en el cuestionario nórdico realizado, a continuación se presentan los resultados obtenidos de la evaluación rápida por movimientos repetitivos de los 10 soldadores en el área de pipe shop durante una jornada normal de trabajo.

Ilustración 61 Resultados a la pregunta No. 1 de la evaluación rápida



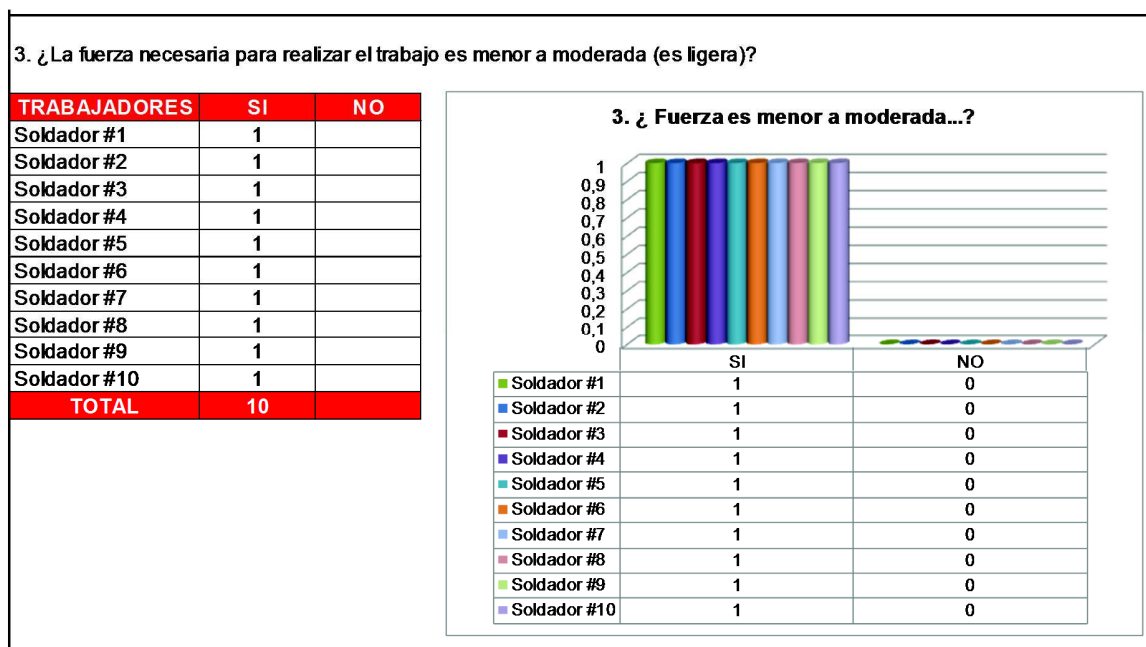
Fuente: Autor

Ilustración 62 Resultados a la pregunta No. 2 de la evaluación rápida



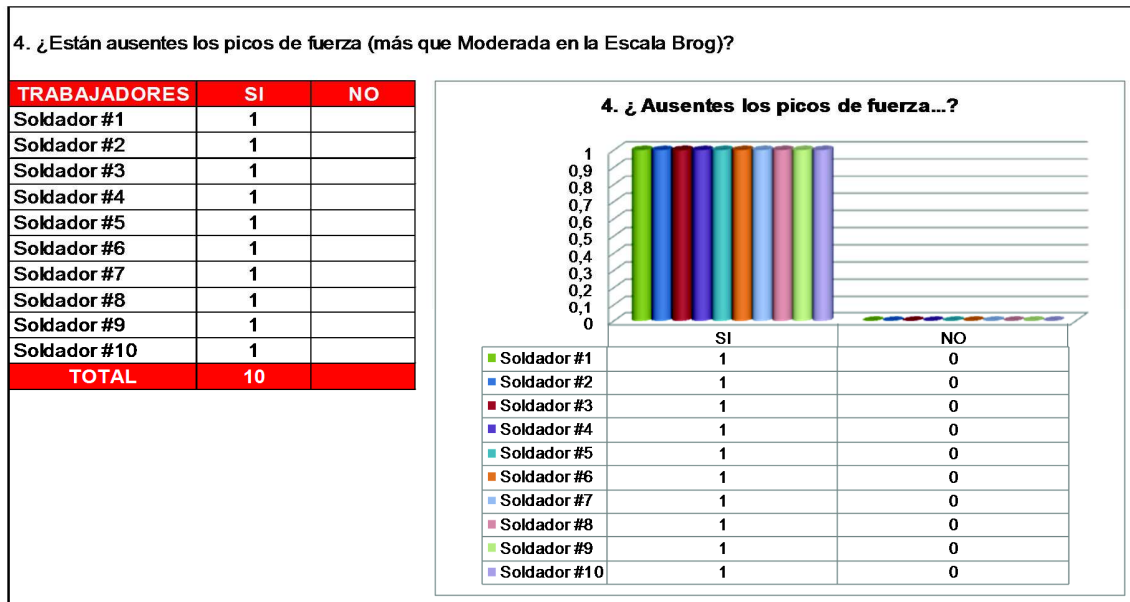
Fuente: Autor

Ilustración 63 Resultados a la pregunta No. 3 de la evaluación rápida



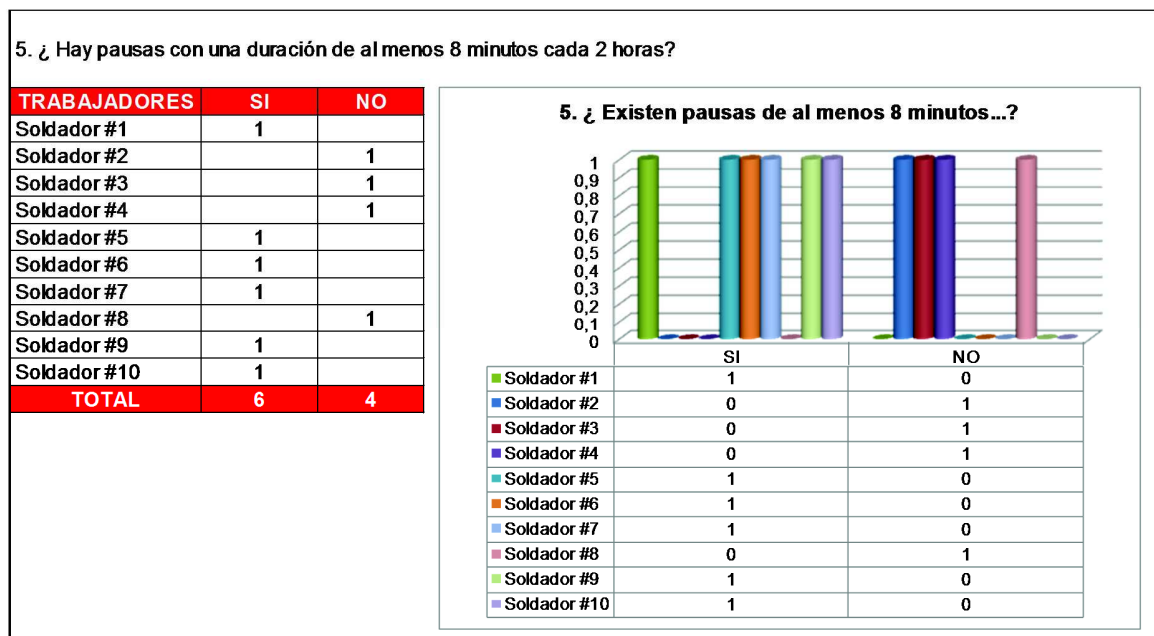
Fuente: Autor

Ilustración 64 Resultados a la pregunta No. 4 de la evaluación rápida



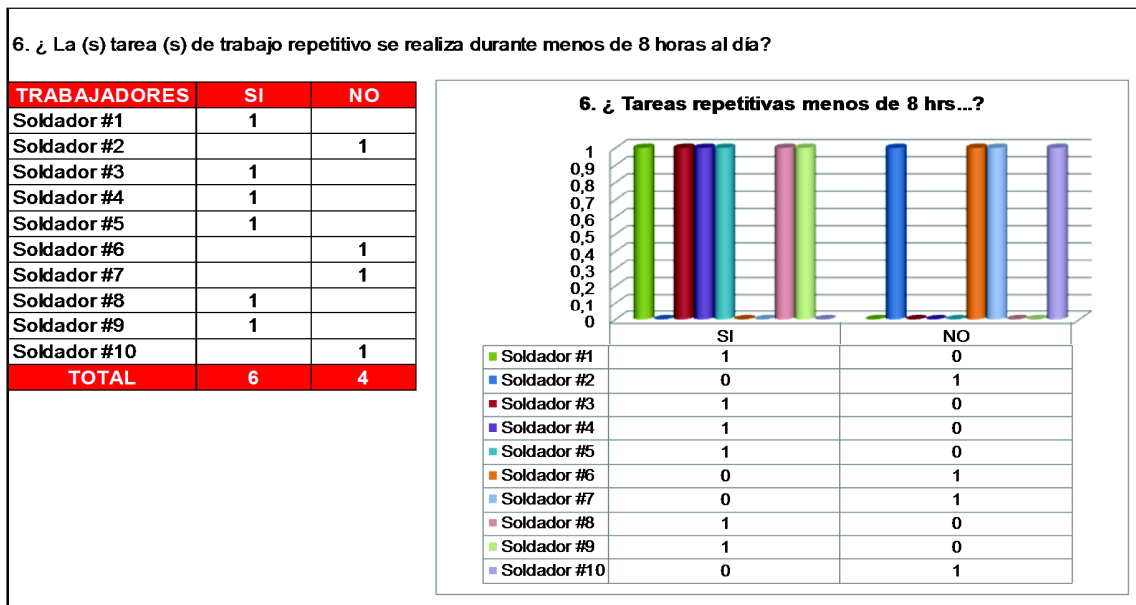
Fuente: Autor

Ilustración 65 Resultados a la pregunta No. 5 de la evaluación rápida



Fuente: Autor

Ilustración 66 Resultados a la pregunta No. 6 de la evaluación rápida



Fuente: Autor

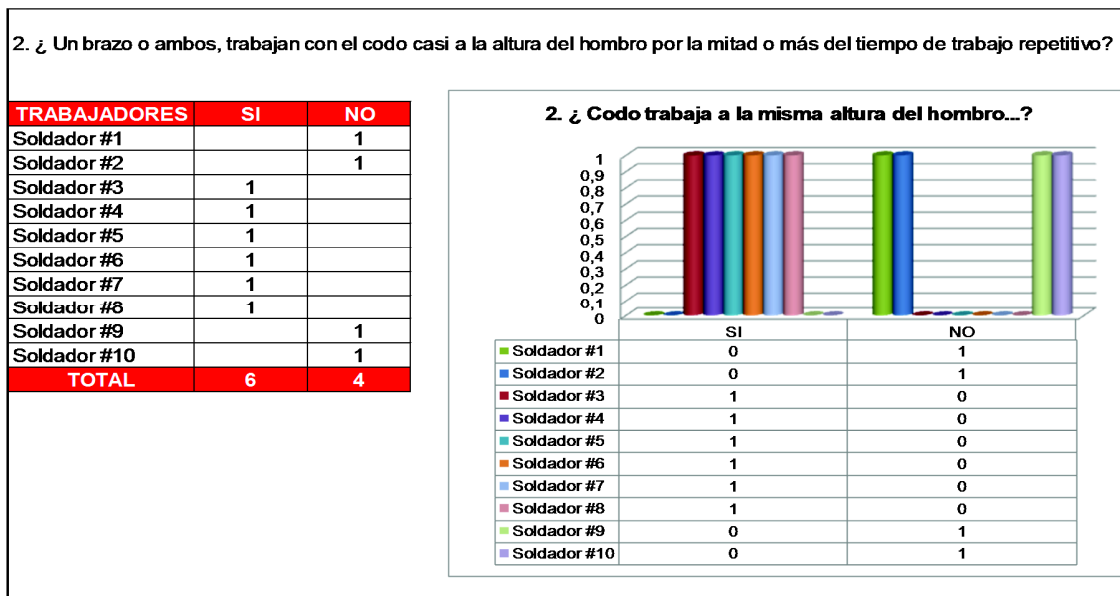
Con los resultados obtenidos en la evaluación anterior se identificó la presencia de riesgos aceptables (nivel verde), por lo que se realiza la evaluación rápida para movimientos repetitivos para verificar si existen riesgos de nivel alto (nivel rojo).

Ilustración 67 Resultados a la pregunta No. 1 a la evaluación rápida



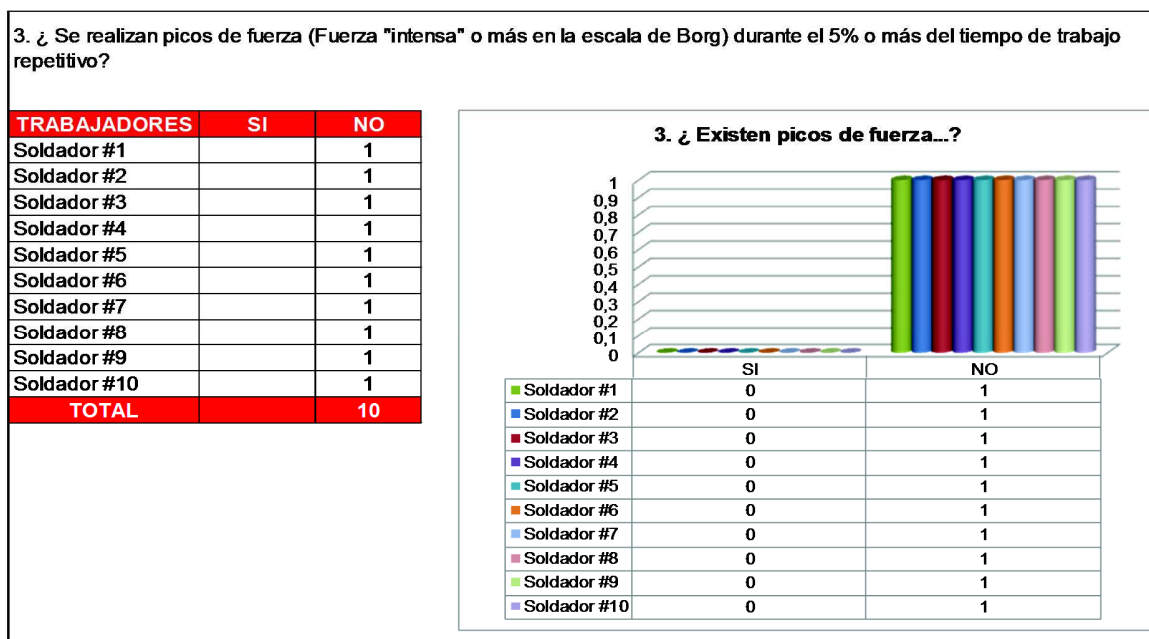
Fuente: Autor

Ilustración 68 Resultados a la pregunta No. 2 de la evaluación rápida



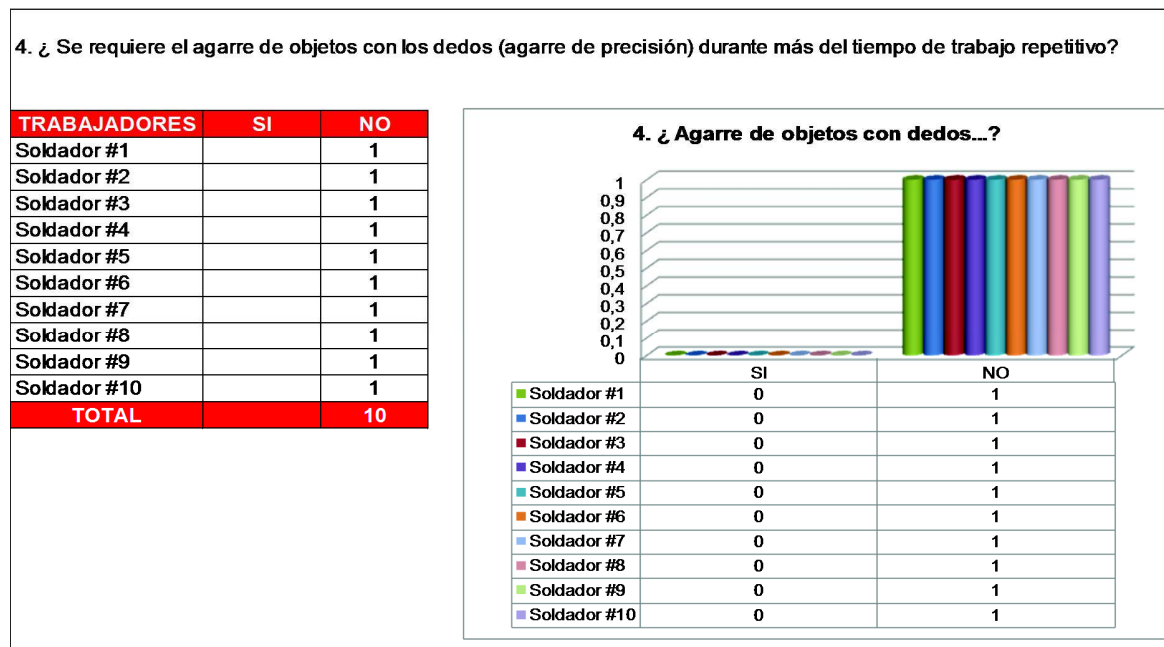
Fuente: Autor

Ilustración 69 Resultados a la pregunta No. 3 de la evaluación rápida



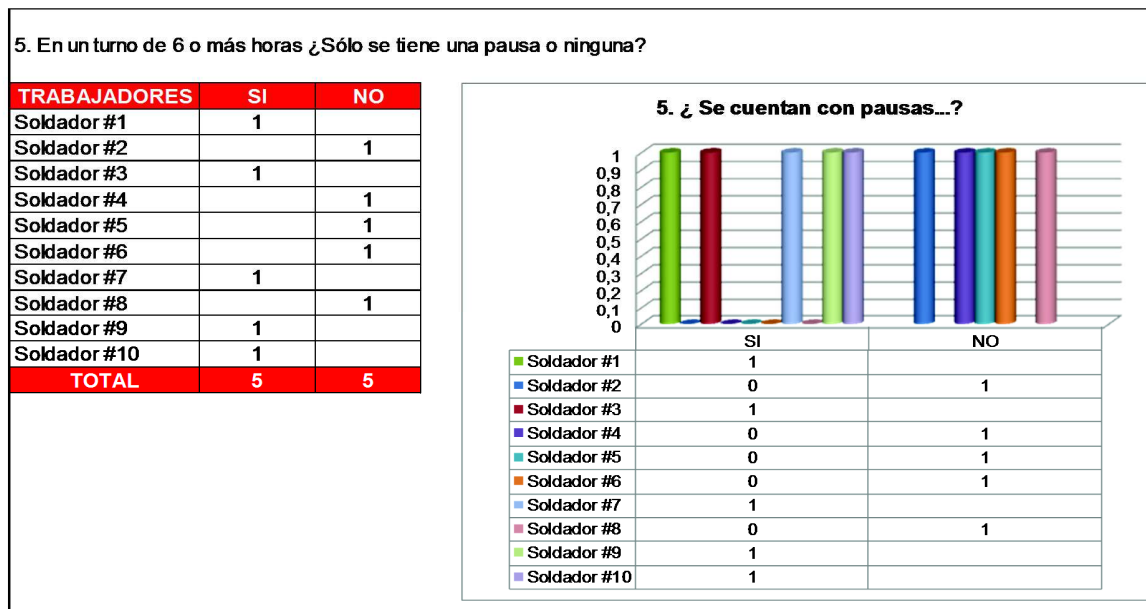
Fuente: Autor

Ilustración 70 Resultados a la pregunta No. 4 de la evaluación rápida



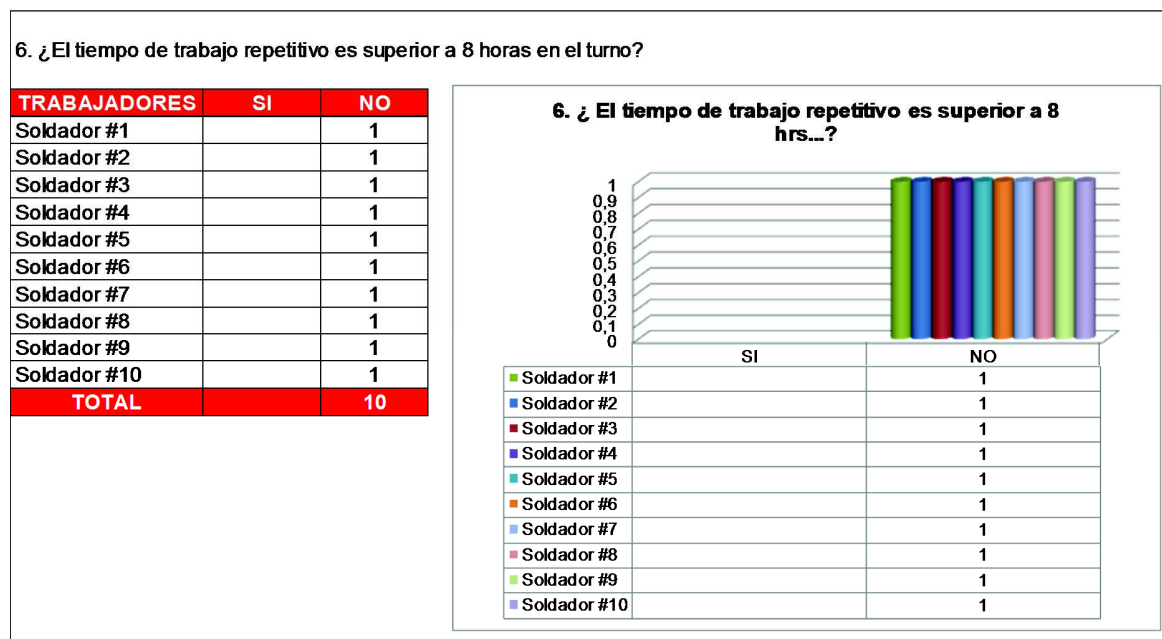
Fuente: Autor

Ilustración 71 Resultados a la pregunta No. 5 de la evaluación rápida



Fuente: Autor

Ilustración 72 Resultados a la pregunta No. 6 de la evaluación rápida



Fuente: Autor

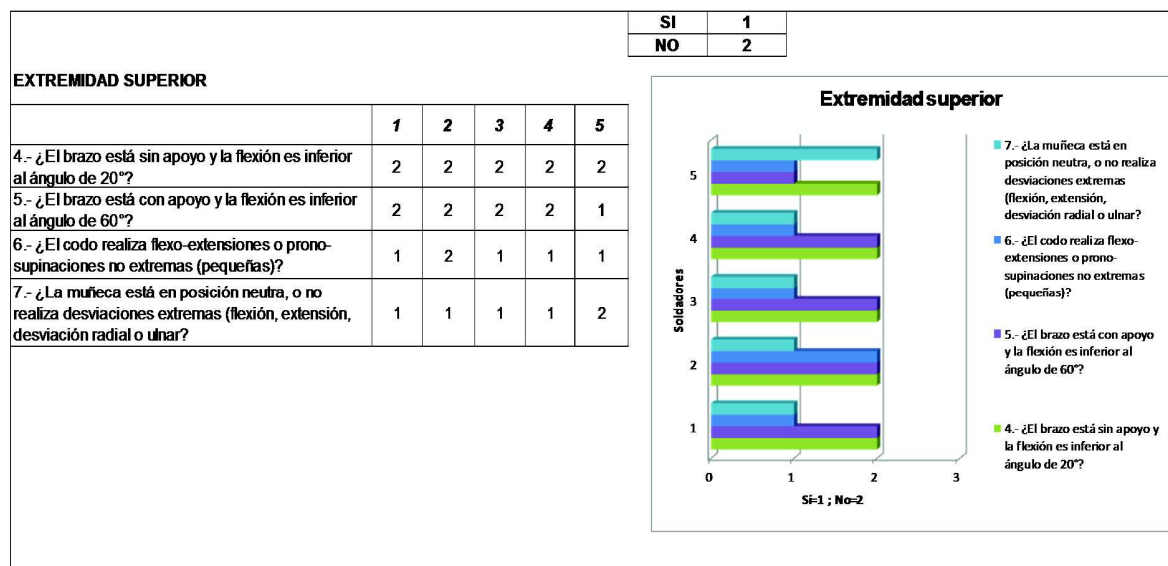
De acuerdo a las molestias músculo-esqueléticas identificadas en el cuestionario nórdico realizado a los soldadores, se continúa con la evaluación rápida para posiciones forzadas estáticas y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Ilustración 73 Resultados a las preguntas No. 1,2 y 3 de la evaluación rápida



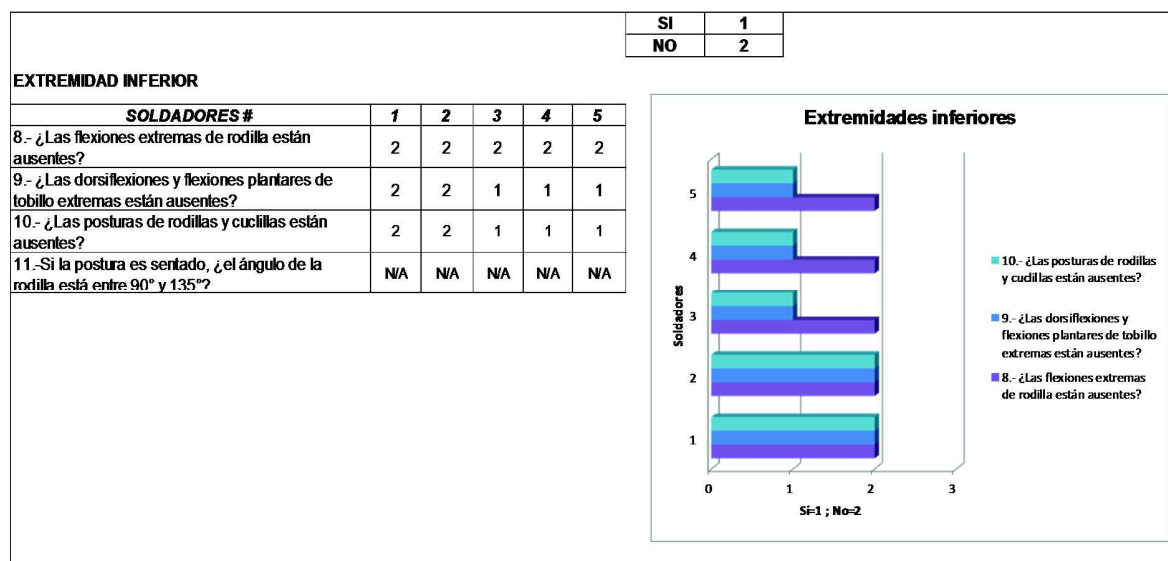
Fuente: Autor

Ilustración 74 Resultados a las preguntas No. 4, 5, 6 y 7 de la evaluación rápida



Fuente: Autor

Ilustración 75 Resultados a las preguntas No. 8, 9, 10 y 11 de la evaluación rápida



Fuente: Autor

En este estudio debemos considerar que los soldadores están ubicados en el área de pipe shop, que a pesar de ser un área semi-cubierta influyen las condiciones ambientales del sitio, poseen cierto número de pausas en sus ciclos de trabajo incluyendo tiempo para ir al baño y tomar agua.

El equipo de protección personal que se le entrega a cada soldador consta de:

- Casco de soldador
- Protector facial
- Protectores auditivos
- Gafas de seguridad (oscuras y transparentes)
- Campera
- Mandil
- Guantes
- Botas dieléctricas

4.2.3. Análisis de los resultados Metodología REBA

La construcción de ductos como medio de transporte de fluidos tiene una importancia relevante en la economía de un país, el proceso constructivo de este proyecto está conformado por una secuencia de actividades, entre las cuales se encuentra la soldadura de tubería, fase que es extremadamente importante por su incidencia económica.

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación realizada por el método REBA, mediante el cual se analizan las posturas más críticas adoptadas por los soldadores del área de pipe shop durante el desarrollo de la actividad.

Tabla 6 Resultados de evaluación REBA

POSTURA DEL TRABAJADOR	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES CORRECTIVAS
Soldador #1-Postura No. 1	8	3	Se requiere intervención y análisis Necesario de la tarea Pronto
Soldador #1-Postura No. 2	10	3	Se requiere intervención y análisis Necesario de la tarea Pronto
Soldador #1-Postura No. 3	8	3	Se requiere intervención y análisis Necesario de la tarea Pronto
Soldador #2-Postura No. 1	9	3	Se requiere intervención y análisis Necesario de la tarea Pronto
Soldador #2-Postura No. 2	9	4	Se requiere intervención INMEDIATA en la actividad.
Soldador #3-Postura No. 1	12	4	Se requiere intervención INMEDIATA en la actividad.
Soldador #3-Postura No. 2	10	3	Se requiere intervención y análisis Necesario de la tarea Pronto
Soldador #4-Postura No. 1	12	4	Se requiere intervención INMEDIATA en la actividad.
Soldador #4-Postura No. 2	12	4	Se requiere intervención INMEDIATA en la actividad.
Soldador #5-Postura No. 1	10	3	Se requiere intervención y análisis Necesario de la tarea Pronto
Soldador #5-Postura No. 2	10	3	Se requiere intervención y análisis Necesario de la tarea Pronto

Fuente: Autor

Los resultados de cada soldador en cada una de sus posturas observadas se analizaron en dos grupos, el grupo A que incluye el tronco, cuello y piernas y el grupo B, que comprende los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) asignando valores a cada uno de los grupos.

En la tabla 6 podemos observar el nivel de riesgo postural de 11 posturas en los 5 soldadores del área de pipe shop, en el cual el 63,64% de la población evaluada se localiza en un nivel de actuación tres (3) que indica que se requiere intervenir y analizar la actividad lo más pronto posible.

Con respecto al nivel de actuación 4 de la metodología REBA, según los resultados este se sitúa con un porcentaje de 36,36% en los soldadores que trabajan en el área de pipe shop, el cual demanda una intervención Inmediata en la actividad y quizás se necesite plantear el rediseño del puesto de trabajo.

Como complemento de la evaluación REBA, a continuación se describe la relación de asociación entre el puesto de trabajo y el área corporal del soldador con mayor compromiso, según el método de evaluación REBA y se evidencia que las principales áreas afectadas son la zona dorsal, brazos y piernas.

Ilustración 76 Relación Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 1 posturas 1 y 2

SOLDADOR 1							
Grupo A				Grupo B			
Tronco	Cuello	Piernas	Fuerza	Brazos	Antebrazos	Muñecas	Agarre
5	1	1	0	5	2	1	0
Puntuación Grupo A: 4				Puntuación Grupo B: 7			
Puntuación Grupo C: 7				Actividad: 1			
Puntuación REBA: 8							
 <p style="text-align: center;">POSTURA 1</p>				<p>Interpretación de puntuación REBA: La puntuación corresponde a un nivel de acción 3, un nivel de riesgo alto y con nivel de intervención y análisis NECESARIO PRONTO.</p> <p>Parte del cuerpo con mayor riesgo biomecánico: Dorso, brazos y cuello.</p>			
Grupo A				Grupo B			
Tronco	Cuello	Piernas	Fuerza	Brazos	Antebrazos	Muñecas	Agarre
3	3	3	0	5	1	1	0
Puntuación Grupo A: 7				Puntuación Grupo B: 6			
Puntuación Grupo C: 9				Actividad: 1			
Puntuación REBA: 10							
 <p style="text-align: center;">POSTURA 2</p>				<p>Interpretación de puntuación REBA: La puntuación corresponde a un nivel de acción 3, un nivel de riesgo alto y con nivel de intervención y análisis NECESARIO PRONTO.</p> <p>Parte del cuerpo con mayor riesgo biomecánico: Dorso, piernas, brazos.</p>			

Fuente: Autor

Ilustración 77 Relación Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 1 postura 3

SOLDADOR 1							
Grupo A			Fuerza	Grupo B			
Tronco	Cuello	Piernas		Brazos	Antebrazos	Muñecas	Agarre
3	2	4	0	2	1	2	0
Puntuación Grupo A: 7							
Puntuación Grupo C: 7			Puntuación Grupo B: 2				
Puntuación REBA: 8			Actividad: 1				
				<p>Interpretación de puntuación REBA: La puntuación corresponde a un nivel de acción 3, un nivel de riesgo alto y con nivel de intervención y análisis NECESARIO PRONTO.</p> <p>Parte del cuerpo con mayor riesgo biomecánico: Piernas, rodilla, pie.</p>			


Fuente: Autor

Ilustración 78 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 2 postura 1

SOLDADOR 2							
Grupo A			Fuerza	Grupo B			
Tronco	Cuello	Piernas		Brazos	Antebrazos	Muñecas	Agarre
5	2	3	0	1	2	2	0
Puntuación Grupo A: 8							
Puntuación Grupo C: 8			Puntuación Grupo B: 2				
Puntuación REBA: 9			Actividad: 1				
				<p>Interpretación de puntuación REBA: La puntuación corresponde a un nivel de acción 3, un nivel de riesgo alto y con nivel de intervención y análisis NECESARIO PRONTO.</p> <p>Parte del cuerpo con mayor riesgo biomecánico: Dorso, brazos y piernas.</p>			

Fuente: Autor

Ilustración 79 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 2 postura 2

SOLDADOR 2							
Grupo A				Grupo B			
Tronco	Cuello	Piernas	Fuerza	Brazos	Antebrazos	Muñecas	Agarre
5	2	3	0	1	2	2	0
Puntuación Grupo A: 8				Puntuación Grupo B: 2			
Puntuación Grupo C: 8				Actividad: 1			
Puntuación REBA: 9							
				<p>Interpretación de puntuación REBA: La puntuación corresponde a un nivel de acción 4, un nivel de riesgo muy alto y con nivel de intervención y análisis ACTUACIÓN INMEDIATA.</p> <p>Parte del cuerpo con mayor riesgo biomecánico: Dorso, brazos y piernas.</p>			

Fuente: Autor

Ilustración 80 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 3 postura 1

SOLDADOR 3							
Grupo A				Grupo B			
Tronco	Cuello	Piernas	Fuerza	Brazos	Antebrazos	Muñecas	Agarre
5	3	3	0	5	2	2	0
Puntuación Grupo A: 9				Puntuación Grupo B: 8			
Puntuación Grupo C: 11				Actividad: 1			
Puntuación REBA: 12							
				<p>Interpretación de puntuación REBA: La puntuación corresponde a un nivel de acción 4, un nivel de riesgo muy alto y con nivel de intervención y análisis ACTUACIÓN INMEDIATA.</p> <p>Parte del cuerpo con mayor riesgo biomecánico: Dorso, brazos y piernas.</p>			


Fuente: Autor

Ilustración 81 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 3 postura 2

SOLDADOR 3							
Grupo A					Grupo B		
Tronco	Cuello	Piernas	Fuerza	Brazos	Antebrazos	Muñecas	Agarre
4	3	2	0	4	2	3	0
Puntuación Grupo A: 7				Puntuación Grupo B: 7			
Puntuación Grupo C: 9				Actividad: 1			
Puntuación REBA: 10							
				<p>Interpretación de puntuación REBA: La puntuación corresponde a un nivel de acción 3, un nivel de riesgo alto y con nivel de intervención y análisis NECESARIO PRONTO.</p> <p>Parte del cuerpo con mayor riesgo biomecánico: Dorso, brazos y piernas.</p>			

Fuente: Autor

Ilustración 82 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 4 postura 1

SOLDADOR 4							
Grupo A					Grupo B		
Tronco	Cuello	Piernas	Fuerza	Brazos	Antebrazos	Muñecas	Agarre
4	3	4	0	4	2	2	0
Puntuación Grupo A: 9				Puntuación Grupo B: 6			
Puntuación Grupo C: 10				Actividad: 2			
Puntuación REBA: 12							
				<p>Interpretación de puntuación REBA: La puntuación corresponde a un nivel de acción 4, un nivel de riesgo muy alto y con nivel de intervención y análisis ACTUACIÓN INMEDIATA.</p> <p>Parte del cuerpo con mayor riesgo biomecánico: Dorso, brazos y piernas.</p>			

Fuente: Autor

Ilustración 83 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 4 postura 2

SOLDADOR 4							
Grupo A				Grupo B			
Tronco	Cuello	Piernas	Fuerza	Brazos	Antebrazos	Muñecas	Agarre
5	2	3	0	4	2	2	1
Puntuación Grupo A: 8				Puntuación Grupo B: 7			
Puntuación Grupo C: 10			Puntuación Grupo B: 7			Actividad: 2	
Puntuación REBA: 12			Actividad: 2				
				<p>Interpretación de puntuación REBA: La puntuación corresponde a un nivel de acción 4, un nivel de riesgo muy alto y con nivel de intervención y análisis ACTUACIÓN INMEDIATA.</p> <p>Parte del cuerpo con mayor riesgo biomecánico: Dorso, brazos y piernas.</p>			

Fuente: Autor

Ilustración 84 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 5 postura 1

SOLDADOR 5							
Grupo A				Grupo B			
Tronco	Cuello	Piernas	Fuerza	Brazos	Antebrazos	Muñecas	Agarre
4	3	2	0	4	2	1	0
Puntuación Grupo A: 7				Puntuación Grupo B: 5			
Puntuación Grupo C: 9			Puntuación Grupo B: 5			Actividad: 1	
Puntuación REBA: 10			Actividad: 1				
				<p>Interpretación de puntuación REBA: La puntuación corresponde a un nivel de acción 3, un nivel de riesgo alto y con nivel de intervención y análisis NECESARIO PRONTO.</p> <p>Parte del cuerpo con mayor riesgo biomecánico: Dorso, brazos y cuello.</p>			

Fuente: Autor

Ilustración 85 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 5 postura 2

SOLDADOR 5							
Grupo A				Grupo B			
Tronco	Cuello	Piernas	Fuerza	Brazos	Antebrazos	Muñecas	Agarre
5	2	2	0	4	2	3	0
Puntuación Grupo A: 7				Puntuación Grupo B: 7			
Puntuación Grupo C: 9				Actividad: 1			
Puntuación REBA: 10							
				<p>Interpretación de puntuación REBA: La puntuación corresponde a un nivel de acción 3, un nivel de riesgo alto y con nivel de intervención y análisis NECESARIO PRONTO.</p> <p>Parte del cuerpo con mayor riesgo biomecánico: Dorso y brazos.</p>			

Fuente: Autor

4.2.4. Análisis de los resultados Metodología RULA

En base a la identificación de peligros y evaluación de riesgos del INSHT y la evaluación de carga postural con metodología RULA en el puesto de trabajo de los soldadores del área de pipe shop, en la tabla 7 se presenta los resultados de análisis y observación de las diferentes posturas adoptadas por los soldadores durante la ejecución de sus actividades en la jornada laboral.

Tabla 7 Resultados obtenidos en Método RULA

POSTURA DEL TRABAJADOR	PUNTUACIÓN FINAL	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES CORRECTIVAS
Soldador #1-Postura No. 1	7	4	Se requiere análisis y cambios de manera inmediata.
Soldador #2-Postura No. 1	7	4	Se requiere análisis y cambios de manera inmediata.
Soldador #3-Postura No. 1	7	4	Se requiere intervención INMEDIATA en la actividad.
Soldador #4-Postura No. 1	4	2	Se requiere una evaluación más detallada y posibles cambios.
Soldador #5-Postura No. 1	3	2	Se requiere una evaluación más detallada y posibles cambios.

Fuente: Autor

En la Tabla 7, se observa que el 66% de los soldadores evaluados, muestran posturas corporales disergonómicas con niveles de riesgo alto (color rojo). En cambio el 40% restante de los soldadores poseen un nivel de riesgo medio (color amarillo), es decir posturas ergonómicas y de actuación mínima en el mejoramiento del puesto de trabajo.

A continuación se presenta la relación existente entre el puesto de trabajo y el área corporal del soldador con mayor compromiso, según el método de evaluación RULA las principales áreas afectadas son los brazos, cuello y tronco.

Ilustración 86 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 1

SOLDADOR 1						
Grupo A				Grupo B		
Brazo	Antebrazo	Muñeca	Giro de la muñeca	Cuello	Tronco	Piernas
5	2	3	2	4	3	2
Actividad muscular	0			Actividad muscular	0	
Carga/Fuerza	0			Carga/Fuerza	0	
Puntuación RULA: 7				Nivel de Riesgo: 4		
				<p>Actuación según Método RULA: La puntuación corresponde a un nivel de riesgo 4, en donde se requiere análisis y cambios de manera inmediata.</p>		


Fuente: Autor

Ilustración 87 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 2

SOLDADOR 2						
Grupo A				Grupo B		
Brazo	Antebrazo	Muñeca	Giro de la muñeca	Cuello	Tronco	Piernas
5	2	3	2	4	3	2
Actividad muscular	0			Actividad muscular	0	
Carga/Fuerza	0			Carga/Fuerza	0	
Puntuación RULA: 7				Nivel de Riesgo: 4		
				<p>Actuación según Método RULA: La puntuación corresponde a un nivel de riesgo 4, en donde se requiere análisis y cambios de manera inmediata.</p>		


Fuente: Autor

Ilustración 88 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 3

SOLDADOR 3						
Grupo A			Grupo B			
Brazo	Antebrazo	Muñeca	Giro de la muñeca	Cuello	Tronco	Piernas
5	2	3	2	4	3	2
Actividad muscular	0			Actividad muscular	0	
Carga/Fuerza	0			Carga/Fuerza	0	
Puntuación RULA: 7				Nivel de Riesgo: 4		
				<p>Actuación según Método RULA: La puntuación corresponde a un nivel de riesgo 4, en donde se requiere análisis y cambios de manera inmediata.</p>		

Fuente: Autor

Ilustración 89 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 4

SOLDADOR 4						
Grupo A			Grupo B			
Brazo	Antebrazo	Muñeca	Giro de la muñeca	Cuello	Tronco	Piernas
2	2	2	2	3	3	2
Actividad muscular	0			Actividad muscular	0	
Carga/Fuerza	0			Carga/Fuerza	0	
Puntuación RULA: 4				Nivel de Riesgo: 2		
				<p>Actuación según Método RULA: La puntuación corresponde a un nivel de riesgo 2, en donde se requiere una evaluación más detallada y posibles cambios.</p>		

Fuente: Autor

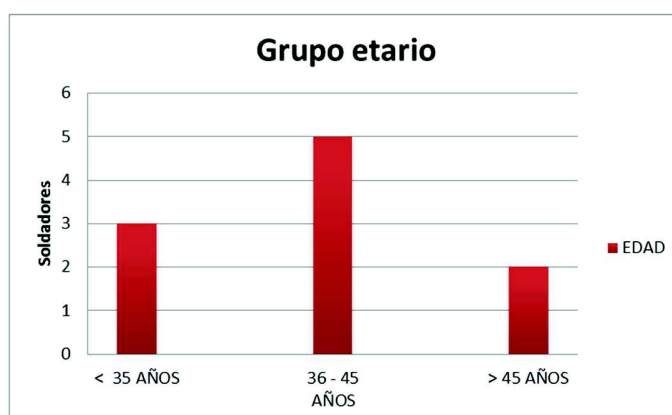
Ilustración 90 Relación de Puesto de trabajo vs. Área corporal Soldador 5

SOLDADOR 5						
Grupo A				Grupo B		
Brazo	Antebrazo	Muñeca	Giro de la muñeca	Cuello	Tronco	Piernas
3	1	2	2	2	2	1
Actividad muscular	0			Actividad muscular	0	
Carga/Fuerza	0			Carga/Fuerza	0	
Puntuación RULA: 3				Nivel de Riesgo: 2		
				<p>Actuación según Método RULA: La puntuación corresponde a un nivel de riesgo 2, en donde se requiere una evaluación más detallada y posibles cambios.</p>		

Fuente: Autor

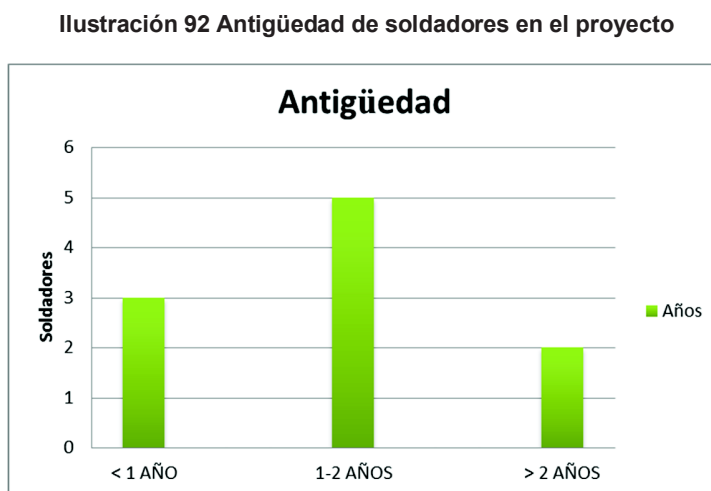
La ilustración 91 de la distribución de soldadores del área de producción electromecánica por grupo etario, señala que la edad de un mayor número de trabajadores oscila entre los 36 y 45 años de edad.

Ilustración 91 Grupo etario - Soldadores



Fuente: Autor

La ilustración 92 presenta la antigüedad de los soldadores del área producción electromecánica en el proyecto de construcción Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico.



Fuente: Autor

Al iniciar el estudio ergonómico se visita en varias ocasiones el puesto de trabajo de los soldadores con el fin de observar diferentes ciclos de trabajo para poder identificar cuáles son los factores de riesgo biomecánicos presentes en el desarrollo de sus actividades.

Una vez realizadas las encuestas y el cuestionario nórdico a los soldadores de producción electromecánica en el área de pipe shop, los resultados revelan que las áreas del cuerpo con mayores molestias músculo-esqueléticas son los hombros y la zona dorsal/lumbar.

Sin embargo cuando se realiza el método de evaluación REBA, resulta que otras áreas del cuerpo se ven afectadas por las posturas forzadas y cambios repentinos de posturas adoptadas por los soldadores tales como: brazos, piernas y cuello.

Mediante el método RULA se determina si los movimientos repetitivos y los ángulos de las diferentes posturas son causantes de trastornos músculo-esqueléticos, las puntuaciones más altas se obtienen cuando las áreas de brazos y cuello presentan valores altos de afección.

CAPÍTULO V

5. Impactos

De acuerdo a las observaciones de campo, resultados de las entrevistas, el cuestionario nórdico, las evaluaciones rápidas, métodos REBA y RULA realizados a los soldadores del área de producción electromecánica en el pipe shop del Campamento La Esperanza, las molestias músculo-esqueléticas más predominantes en el grupo de soldadores evaluados corresponde a las extremidades superiores específicamente al hombro representado por un 50% seguido de la parte dorsal con un 40%.

Los soldadores de producción electromecánica ubicados en el pipe shop del campamento La Esperanza están expuestos a riesgos ergonómicos de tipo biomecánico al momento de realizar sus actividades laborales en especial cuando adoptan posturas forzadas y movimientos repetitivos.

Las puntuaciones obtenidas en los métodos REBA y RULA son altas y requieren de una intervención inmediata, pero al aplicar la ecuación de la OIT para el cálculo del período de descanso en las posturas evaluadas a los soldadores los resultados muestran que los descansos o pausas mientras realizan sus actividades son oportunos y acordes al tiempo que permanecen en una posición forzosa, debido a la autonomía de sus tareas.

5.1. Propuesta para la solución del problema

Las posturas forzadas y movimientos repetitivos que adoptan los soldadores en sus actividades laborales fueron los riesgos ergonómicos identificados en el estudio ergonómico realizado.

El trabajo que realizan los soldadores es de gran importancia para el proyecto debido a que sus resultados deben ser de alta calidad, nivel de producción adecuado para justificar los costos de inversión realizados por la empresa en la adquisición de equipos, consumibles, capacitaciones al personal y además deberán cumplir con los requerimientos de las normas de calidad aplicables al proyecto y requisitos contractuales.

Las propuestas de mejora que propongo para que los soldadores no desarrollen trastornos músculo-esqueléticos en sus actividades diarias de trabajo son de orden técnico y corporativo.

5.2. Soluciones de mejoras Técnicas

Como soluciones de mejora para los riesgos ergonómicos identificados a los que están expuestos los soldadores de producción electromecánica en el área de pipe shop, se propone la fabricación de soportes lumbar/dorsal ergonómicos y rodilleras de gel.

a. Soporte lumbar/dorsal ergonómico.

El soporte dorsal es una herramienta de fácil fabricación y uso para los soldadores del proyecto, en ella podrán apoyar su espalda cuando tengan que

adoptar posturas forzadas evitando molestias en su cuerpo que a futuro desarrollen trastornos músculo-esqueléticos.

En la ilustración 93 se propone el diseño del soporte lumbar/dorsal, para los soldadores, cuyos materiales necesarios para su fabricación son de fácil acceso tales como acero, madera poco inflamable debido al tipo de trabajo que realizan los soldadores y un eje que permita ajustar el ángulo de inclinación que el trabajador necesite colocar el soporte.

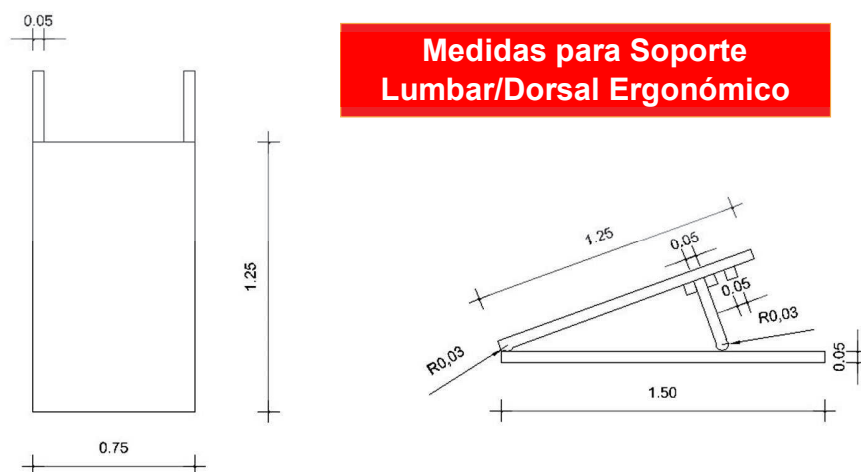
Ilustración 93 Diseño de soporte lumbar/dorsal



Fuente: Autor

Las medidas que se proponen para el soporte lumbar/dorsal ergonómico vienen dadas en unidades de metros y son las detalladas en la ilustración 94.

Ilustración 94 Medidas para soporte lumbar/dorsal



Fuente: Autor

b. Rodilleras de gel ergonómicas.

Las rodilleras de gel ergonómicas son otra opción de mejora para evitar que las posturas forzadas a las que los trabajadores se ven exigidos adoptar por causa de su trabajo, desarrollen trastornos músculo-esqueléticos.

Las rodilleras de gel son resistentes, flexibles y cómodas para el uso diario, es hecho de material ligero el cual se adapta a la rodilla por medio de crucería para facilitar la flexión y comodidad del trabajador.

La rodillera está conformada por una almohadilla de gel de sílice que amortigua la rótula y le brinda protección y confort, es fácil de ajustar las correas que ofrecerán un mayor ajuste y comodidad personalizada.

En el anexo 6 se adjunta las especificaciones técnicas de las rodilleras de gel ergonómicas ideales para las posturas que adoptan los soldadores en este proyecto.

Ilustración 95 Diseño de rodilleras de gel



Fuente: Autor

5.3. Solución de mejora corporativa.

- a. Programa de Gimnasia Laboral (Pausas activas) para los soldadores del área de Pipe Shop

La implementación de un programa de Gimnasia Laboral para los soldadores del área de pipe shop es de vital importancia como parte de sus actividades laborales, el cual va a permitir que los soldadores realicen ejercicios que relajen sus músculos después de posturas forzadas por la actividad que realizan.

En el anexo 5 se encontrará el programa propuesto para la implementación de actividades de relajación y descanso de los soldadores como parte de su jornada laboral.

5.4. Costos de la implementación de las propuestas.

5.4.1. Evaluación económica

Mediante la evaluación económica del presente proyecto de investigación se dará a conocer la inversión necesaria para implementar soluciones técnicas y administrativas para los soldadores de producción electromecánica en el área de Pipe Shop del Proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico, evitando el desarrollo de lesiones músculo-esqueléticas.

5.4.2. Inversión

La inversión total asociada a la implementación de las mejoras técnicas y administrativas para los soldadores de producción electromecánica en el área de Pipe Shop del Proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico, asciende a los \$ 26.639,20.

A continuación se desglosan los valores en la tabla 8.

Tabla 8 Inversión inicial

INVERSION PARA LA IMPLEMENTACION DE MEJORAS EN LOS SOLDADORES DEL PROYECTO ACUEDUCTO REPRESA LA ESPERANZA-REFINERÍA DEL PACÍFICO	
Diagnóstico médico de soldadores	\$ 2.200,00
Adquisición y mantenimiento de los equipos de protección personal	\$ 8.127,30
Vigilancia de salud	\$ 1.911,90
Implementación de Gimnasia laboral	\$ 14.400,00
TOTAL INVERSION INICIAL----->	\$ 26.639,20

Fuente: Autor

5.4.3. Equipo de protección personal

En la tabla 9 se muestran los equipos necesarios para la dotación de los Soldadores del proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico expuestos a los factores de riesgos específicos.

Tabla 9 Costos de equipos de protección personal

Detalle	Dotación	Valor Unitario	Valor Total
Casco de protección	2,00	\$ 20,60	\$ 41,20
Gafas de protección	2,00	\$ 5,43	\$ 10,86
Protector auditivo	12,00	\$ 3,25	\$ 39,00
Camisas mangas largas	3,00	\$ 8,50	\$ 25,50
Pantalón jean	3,00	\$ 18,69	\$ 56,07
Chaqueta de cuero	3,00	\$ 25,43	\$ 76,29
Guantes API	3,00	\$ 18,39	\$ 55,17
Careta para soldar con vidrio transparente	1,00	\$ 34,46	\$ 34,46
Capucha para soldador	3,00	\$ 11,46	\$ 34,38
Soporte Lumbar/dorsal	1,00	\$ 203,60	\$ 203,60
Rodilleras de gel	2,00	\$ 91,70	\$ 183,40
Botas de seguridad	2,00	\$ 26,40	\$ 52,80
SOLDADORES	10,00		\$ 812,73
TOTAL EQUIPO DE PROTECCIÓN			\$ 8.127,30

Fuente: Autor

5.4.4. Programa de vigilancia de la salud

El programa de vigilancia de la salud tiene como objetivo garantizar el bienestar de los trabajadores; por lo tanto se realizarán exámenes periódicos; los cuales estarán a cargo del médico ocupacional de la institución, en la tabla 10 se muestran los valores.

Tabla 10 Vigilancia de la salud

VIGILANCIA DE LA SALUD				
DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Desparasitación	10	U	\$ 8,60	\$ 86,00
Audiometría	10	U	\$ 18,97	\$ 189,70
Radiografía	10	U	\$ 27,65	\$ 276,50
Espirometría	10	U	\$ 21,80	\$ 218,00
Rayos X	10	U	\$ 81,67	\$ 816,70
Electrocardiograma	10	U	\$ 32,50	\$ 325,00
TOTAL COSTO EXÁMENES MÉDICOS				\$ 1.911,90

Fuente: Autor

5.5. Beneficios que aportan las propuestas.

Con la implementación de las soluciones técnicas propuestas en el proyecto de investigación, uno de los principales beneficios será el de reducir el desarrollo de Trastornos músculo-esqueléticos en los soldadores, mejorando considerablemente su puesto de trabajo, disminuyendo sus afecciones físicas.

Otro beneficio que aportan las soluciones técnicas es el de contribuir en estimular que los niveles de producción mejoren obteniendo menos juntas reprobadas en la ejecución de la actividad de soldadura, además de optimizar los materiales y

consumibles que se requieren para la unión de juntas, recalando que el servicio de la soldadura tiene un alto costo de inversión en el proyecto.

Evidentemente la disminución de ausentismo laboral y la fatiga en el área de trabajo serán otros de los beneficios que se van a evidenciar una vez que los soldadores utilicen las herramientas de mejora propuestas, sin embargo los encargados de frentes de trabajo, inspectores de seguridad y salud deben recalcar la importancia del uso del soporte lumbar/dorsal y las rodilleras de gel mediante charlas semanales a los soldadores recalando que el objetivo de su uso es el mejoramiento de su bienestar laboral y su calidad de vida.

Los beneficios económicos ascienden a \$ 39.624,20, el cual corresponde al valor económico que se dejaría de pagar por enfermedades ocupacionales por concepto de trastornos músculo-esqueléticos.

A continuación en la tabla 11 se muestran los valores.

Tabla 11 Beneficios económicos del proyecto

<i>Enfermedades ocupacionales</i>	<i>Costo</i>
Lesiones en columna	\$ 5.743,40
Lesiones en hombro	\$ 7.550,80
Lesiones en cuello	\$ 5.540,00
Tratamientos	\$ 6.790,00
Indemnizaciones	\$ 11.507,18
TOTAL COSTO ENFERMEDADES	\$ 37.131,38
TOTAL COSTO POR AUSENTISMO	\$ 2.492,82
BENEFICIOS NETOS	\$ 39.624,20

Fuente: Autor

El costo hora por ausentismo laboral de un soldador es de \$12, 59, al mes representaría \$ 2.492,82 considerando que la jornada laboral de los soldadores en el proyecto es de 11 días de trabajo y 3 días de descanso.

5.6. Flujo de fondos

Los flujos netos esperados en la vida útil del proyecto se muestran a continuación en la tabla , y se aplicó el valor de la inflación según la página web del banco central del Ecuador; para fines de cálculo se consideró la inflación dada al 29 de febrero del 2016 de 2,60%.

Tabla 12 Flujo de fondos

PROYECCIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS						
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSION INICIAL	\$ 26.639,20					
COSTOS OPERACIONALES		\$ 24.439,20	\$ 25.074,62	\$ 25.726,56	\$ 26.395,45	\$ 27.081,73
BENEFICIOS NETOS		\$ 39.624,20	\$ 39.624,20	\$ 39.624,20	\$ 39.624,20	\$ 39.624,20
FLUJO DE FONDO	\$ (26.639,20)	\$ 15.185,00	\$ 14.549,58	\$ 13.897,64	\$ 13.228,75	\$ 12.542,47

Fuente: Autor

5.7. Análisis Financiero (Cálculo del VAN y TIR)

Se han aplicado estos indicadores fundamentales de tipo financiero, para determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto; el mismo que se encuentra proyectado para 5 años.

Se han utilizado el cálculo del VAN y el TIR

Tabla 13 Valor Actual Neto de la inversión

VAN	
AÑOS	FLUJOS DE FONDO
0	\$ (26.639,20)
1	\$ 15.185,00
2	\$ 14.549,58
3	\$ 13.897,64
4	\$ 13.228,75
5	\$ 12.542,47
VAN	\$ 27.656,64

Fuente: Autor

Tabla 14 Tasa Interna de Retorno de la inversión

TIR	
AÑOS	FLUJOS DE FONDO
0	\$ (26.639,20)
1	\$ 15.185,00
2	\$ 14.549,58
3	\$ 13.897,64
4	\$ 13.228,75
5	\$ 12.542,47
TIR	45,64%

Fuente: Autor

El valor del VAN de \$ 27.656,64 por encima de cero estima que el proyecto es conveniente para la empresa; así también la Tasa Interna de Retorno da como resultado 45,64%, la cual es superior a la tasa mínima atractiva de rendimiento esperada que es del 9,10%.

5.8. Relación Beneficio/Costo

La relación beneficio-costo calculada da como resultado 1,29, la cual es favorable para el proyecto y permite determinar que por cada dólar que se invierte en las soluciones de mejoras técnicas y administrativas se obtiene una ganancia de 0,29 dólares.

Tabla 15 Relación Beneficio Costo

RELACIÓN BENEFICIO COSTO	
VAN BENEFICIOS	\$ 128.090,04
VAN COSTOS	\$ 99.143,10
BENEFICIO COSTO	\$ 1,29

Fuente: Autor

Conclusiones

A los soldadores de producción electromecánica que se encuentran ubicados en el área del pipe shop del Proyecto Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico localizado en la provincia de Manabí, no se les ha realizado un estudio ergonómico que alerte e informe a la gerencia sobre los riesgos ergonómicos de tipo biomecánico a los que están expuestos debido a las actividades que realizan en su jornada laboral.

Los resultados obtenidos en el estudio ergonómico realizado mediante los métodos de evaluación avalados internacionalmente, revelan puntuaciones muy altas de riesgo a los que están expuestos los soldadores del área de pipe shop, las cuales desarrollarán trastornos músculo-esqueléticos si no son controladas a tiempo, obteniendo niveles altos de ausentismo laboral, disminución en la producción, fatiga laboral, altos costos no considerados en el proyecto y una deficiente calidad de vida del trabajador.

Sin embargo en el estudio ergonómico se detectó que los soldadores cuentan con determinada autonomía mientras realizan la unión de juntas de tuberías o accesorios y poseen descansos de posturas alternando cada cierto tiempo las posiciones del cuerpo, pero los riesgos ergonómicos de tipo biomecánico de mayor riesgo identificados fueron las posturas forzadas y los movimientos repetitivos que adoptan los soldadores para realizar la unión de juntas de la tubería de 48", el espacio físico en donde realizan su actividad no es el adecuado, los equipos de protección

personal no protegen al soldador de los riesgos ergonómicos, las posiciones con mayores puntuaciones en las evaluaciones se debe a una flexión del tronco mayor a 60° e incluso con inclinaciones laterales, otras posturas con alta puntuación son la flexión-extensión de rodillas y codos mayor a 60° para poder soldar. Es por esta razón que es imprescindible la fabricación e implementación de los soportes lumbar/dorsal con diferentes ángulos de inclinación que le permita al soldador colocar el soporte como lo requiera, sin embargo el uso de rodilleras de gel es también indispensable para la actividad de soldadura para que la rodilla del trabajador tenga mayor flexibilidad, protección, amortiguamiento y comodidad en el momento que se apoye sobre ellas y el programa de gimnasia laboral dará a conocer a los soldadores las posiciones incorrectas que adoptan al realizar sus actividades y cuáles son las posturas más adecuadas para salvaguardar su bienestar físico.

La inversión que la empresa realizaría en las propuestas de mejora es relativamente baja lo que hace al proyecto atractivo y realizable a corto plazo, sobre todo en la fabricación de los soportes lumbar/dorsal, este trabajo será realizado por personal que ya se encuentra contratado por la empresa y con una clara directriz del modelo del soporte se podrá realizar en el mismo campamento. Mientras que la adquisición de las rodilleras de gel actualmente existen varios proveedores que tienen a la venta este tipo de equipo de protección personal y no tiene un alto costo de adquisición.

Recomendaciones

Se recomienda realizar el estudio ergonómico a los demás soldadores que se encuentran trabajando a lo largo del ducto, realizando un análisis de las posturas realizadas, factores externos como la luz, el calor o el polvo que pueden ser causales de enfermedad y trastornos en el trabajador.

Además se recomienda realizar capacitaciones continuas acerca del tema de ergonomía en las actividades de soldadura y demás servicios, y es necesario que se aplique el programa de gimnasia laboral para descanso y relajación los músculos y partes del cuerpo que se ven forzadas en las actividades de trabajo.

La implementación de los soportes lumbar/dorsal y la adquisición de rodilleras de gel se deberían extender para todos los soldadores del proyecto, preservando así su bienestar físico, mental y laboral.

Los inspectores de seguridad y salud deben realizar visitas constantes a los frentes de trabajo para verificar, orientar y guiar a los trabajadores sobre la importancia de la ergonomía en sus lugares de trabajo.

Bibliografía

INSHT. (2000).

Agencia Europea para la seguridad y salud en el trabajo. (2007). Introducción a los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral. *FACTS*.

Alvarado, S. D. (2015). *Identificación y Evaluación del riesgo ergonómico biomecánico en las posturas forzadas del personal administrativo que labora en la EMASEO EP y su relación con los trastornos músculo-esqueléticos*. Quito-Ecuador.

Álvarez, E., Hernández, A., Tello, S., & Gil Meneses, R. (2012). Guía para la evaluación rápida de riesgos ergonómicos., (pág. 124). Catalunya.

Asamblea Constituyente. (2008). Constitución del Ecuador. Ecuador.

Atelier, Lang Metze. (s.f.). *Occupational Health*. Obtenido de http://www.who.int/occupational_health/publications/en/pwh5sp

Centro de Ergonomía Aplicada de Barcelona. (s.f.). Guía para la evaluación rápida de riesgos ergonómicos . España: Secretaria de Política Sindical UGT Catalunya.

Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores. (2004). *Decisión 584*. Guayaquil-Ecuador.

Cuéllar, G. H. (2012). *Relación causa-efecto en alteraciones músculo-esqueléticas en trabajadoras de una empresa productora de envases desechables Propuesta de Control*. México D.F.

Ergonomía en Español. (s.f.). Obtenido de <http://www.ergonomia.cl>

ergonomía, A. e. (1981). Ergonomía conceptos y objetivos. En D. G. Maestre, *Ergonomía y Psicología* (pág. 675).

García, V. (2011). *Relación del Puesto de trabajo: Soldador con afección por patologías osteomusculares en una empresa ensambladora automotriz de enero a noviembre 2008*. CIUDAD GUAYANA-VENEZUELA.

Guélaud, B. G. (1975). Ergonomía conceptos y objetivos. En D. M. González, *Ergonomía y Psicología 4a Edición* (pág. 675).

Luttmann, A., & Griefahn, B. (s.f.). *Prevención de trastornos músculo-esqueléticos en el lugar de trabajo*. Alemania.

Mundo Constructor. (18 de Septiembre de 2015). *Mundo Constructor*. Obtenido de <http://www.mundoconstructor.com.ec/construccion/comercial/312-trabajadores-y-estructuras-mas-seguras.html>

OISO. (2012). *Informe de Evaluación ergonómica de la Empresa Petrobras Energía S.A.* . Lima-Perú.

OIT. (1964). Convenio 121.

Refinería del Pacífico Eloy Alfaro. (2013). Alcance Técnico para la ejecución de la ingeniería, procura, construcción puesta en marcha, operación y mantenimiento del Acueducto Represa La Esperanza-Refinería del Pacífico.

Ruiz, M. (27 de Junio de 2013). *Seguridad Industrial, Alturas y Salud Ocupacional*. Obtenido de www.industrial-alturasysaludocupacinoal.blogspot.com