

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS TRASTORNOS MÚSCULO-ESQUELÉTICOS EN EL TALLER DE METAL MECÁNICA DE LA EMPRESA SERMEIND FABRICACIONES INDUSTRIALES S.A.C, TRUJILLO 2019.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Santos Gutierrez Llanos

Asesor:

Ing. Dr. Walter Estela Tamay

Trujillo - Perú

2019



DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico principalmente a Dios, por ser el quien guía mi camino día a día, para ser mejor persona y fuente de inspiración para mi familia.

A mi esposa Araceli Yésica, por su apoyo incondicional, por confiar siempre en mí y por enseñarme que todo esfuerzo tiene una recompensa.

Santos.

AGRADECIMIENTO

Al Gerente de la Empresa SERMEIND, quien otorgó todas las facilidades para la realización del presente trabajo de investigación

Agradecimiento especial a mi esposa, quien me ha motivado a culminar mis estudios, a salir adelante frente a las adversidades y quien ha sido mi apoyo incondicional en todo momento.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	31
CAPÍTULO III. RESULTADOS	86
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	127
REFERENCIAS	139
ANEXOS	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Trastornos músculo-esquelético: Lesiones y causas más frecuentes.....	27
Tabla 2: Operacionalización de variables. 2019.....	32
Tabla 3: Equipamiento y herramientas de la empresa SERMEIND. 2019.....	37
Tabla 4: Puntuaciones de extensión y flexión del brazo.....	47
Tabla 5: Modificación de la puntuación del brazo.....	48
Tabla 6: Puntuación del antebrazo.....	49
Tabla 7: Modificación de la puntuación del antebrazo.....	49
Tabla 8: Puntuación de la muñeca.....	50
Tabla 9: Modificación de la puntuación de la muñeca.....	51
Tabla 10: Puntuación del giro de la muñeca.....	51
Tabla 11: Puntuación del cuello.....	52
Tabla 12: Modificación de la puntuación del cuello.....	53
Tabla 13: Puntuación del tronco.....	54
Tabla 14: Modificación de la puntuación del tronco.....	55
Tabla 15: Puntuación de las piernas.....	55
Tabla 16: Puntuación del Grupo A.....	56
Tabla 17: Puntuación del Grupo B.....	57
Tabla 18: Puntuación por tipo de actividad.....	58
Tabla 19: Puntuación por carga o fuerzas ejercidas.....	58
Tabla 20: Puntuación final RULA.....	59
Tabla 21: Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.....	60
Tabla 22: Puntuación del tronco.....	64
Tabla 23: Modificación de la puntuación del tronco.....	65
Tabla 24: Puntuación del cuello.....	66
Tabla 25: Modificación de la puntuación del cuello.....	67

Tabla 26: Puntuación de las piernas.....	67
Tabla 27: Incremento de la puntuación de las piernas.....	68
Tabla 28: Puntuación del brazo.....	69
Tabla 29: Modificación de la puntuación del brazo.....	70
Tabla 30: Puntuación del antebrazo.....	71
Tabla 31: Puntuación de la muñeca.....	72
Tabla 32: Modificación de la puntuación de la muñeca.....	72
Tabla 33: Puntuación del Grupo A.....	73
Tabla 34: Puntuación del Grupo B.....	73
Tabla 35: Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.....	74
Tabla 36: Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas.....	74
Tabla 37: Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.....	75
Tabla 38: Ejemplos de agarres y su calidad.....	75
Tabla 39: REBA, Puntuación C.....	76
Tabla 40: Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular.....	77
Tabla 41: Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.....	77
Tabla 42: Puestos críticos y métodos de evaluación a utilizar.....	80
Tabla 43: Descripción de actividades, según puesto de trabajo y proceso.....	86
Tabla 44: Nivel de riesgo en los puestos de trabajo, según proceso.....	88
Tabla 45: Factores de Riesgo, según Puestos de Trabajo de SERMEIND.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de distribución de las áreas de la Empresa SERMEIND	33
Figura 2. Organigrama de la Empresa SERMEIND.....	36
Figura 3. Diagrama de bloques del proceso productivo de la Empresa SERMEIND	40
Figura 4. Tabla de Riesgos	42
Figura 5. Forma de medición de ángulos	44
Figura 6. RULA, grupo de miembros.....	44
Figura 7. RULA, puntuación del brazo	47
Figura 8. RULA, modificación de la puntuación del brazo.....	48
Figura 9. RULA, ángulo de flexión del eje del antebrazo y el eje del brazo.....	48
Figura 10. RULA, Medición del ángulo del antebrazo	48
Figura 11. RULA, Modificación de la puntuación del antebrazo	49
Figura 12. RULA, Medición del ángulo de la muñeca.....	50
Figura 13. RULA, Modificación de la puntuación de la muñeca.....	50
Figura 14. RULA, Puntuación del giro de muñeca	51
Figura 15. RULA, Medición del ángulo del cuello	52
Figura 16. RULA, Modificación de la puntuación del cuello	53
Figura 17. RULA, Medición del ángulo del tronco.....	54
Figura 18. RULA, Medición del ángulo del tronco.....	54
Figura 19. RULA, Puntuación de las piernas	55
Figura 20. RULA, Esquema de puntuaciones	60
Figura 21. REBA, Medición de ángulos en REBA	62
Figura 22. REBA, Grupos de miembros en REBA	62
Figura 23. REBA, Medición de ángulo del tronco	64
Figura 24. REBA, Modificación de la puntuación del tronco	65
Figura 25. REBA, Medición del ángulo del cuello	66

Figura 26. REBA, Modificación de la puntuación del cuello	66
Figura 27. REBA, Puntuación de las piernas	67
Figura 28. REBA, Incremento de la puntuación de las piernas.....	68
Figura 29. REBA, Medición del ángulo del brazo	69
Figura 30. REBA, Modificación de la puntuación del brazo	70
Figura 31. REBA, ángulo de flexión del eje del antebrazo y el eje del brazo.....	71
Figura 32. REBA, Medición del ángulo del antebrazo.....	71
Figura 33. REBA, Medición de la puntuación de la muñeca	71
Figura 34. REBA, Modificación de la puntuación de la muñeca	72
Figura 35. REBA, Esquema de puntuaciones.....	78
Figura 36. Medición de flexión del brazo derecho	93
Figura 37. Medición de flexión del antebrazo derecho	93
Figura 38. Medición de flexión del brazo izquierdo	94
Figura 39. Medición de flexión del antebrazo izquierdo.....	94
Figura 40. Posición de brazo izquierdo abducido.....	94
Figura 41. Medición de flexión del tronco	94
Figura 42. Medición de flexión del cuello.....	95
Figura 43. Medición de flexión del brazo derecho.....	97
Figura 44. Brazo derecho abducido. Resultado del Software Ergonautas.....	97
Figura 45. Medición de flexión del antebrazo derecho. Resultado del Software Ergonautas.....	98
Figura 46. Posición del antebrazo derecho cruza la línea media. Resultado del Software Ergonautas	98
Figura 47. Medición de flexión de la muñeca derecha. Resultado del Software Ergonautas.....	99
Figura 48. Desviación radial o cubital de la muñeca derecha. Resultado del Software Ergonautas.....	99
Figura 49. Posición de pronación o supinación de la muñeca derecha. Resultado del Software Ergonautas	100
Figura 50. Medición de flexión del brazo izquierdo.	101
Figura 51. Brazo izquierdo abducido. Resultado del Software Ergonautas	101

Figura 52. Medición de flexión del antebrazo izquierdo. Resultado del Software Ergonautas.....	102
Figura 53. Posición del antebrazo izquierdo cruza la línea media. Resultado del Software Ergonautas	102
Figura 54. Medición de flexión de la muñeca izquierda. Resultado del Software Ergonautas.....	103
Figura 55. Desviación radial o cubital de la muñeca izquierda. Resultado del Software Ergonautas	103
Figura 56. Posición de pronación o supinación de la muñeca izquierda. Resultado del Software Ergonautas	104
Figura 57. Medición de flexión del tronco. Resultado del Software Ergonautas.....	105
Figura 58. Tronco rotado. Resultado del Software Ergonautas.....	105
Figura 59. Medición de flexión del cuello. Resultado del Software Ergonautas	106
Figura 60. Cuello rotado. Resultado del Software Ergonautas.....	106
Figura 61. Posición de las piernas del trabajador	107
Figura 62. Medición de flexión del tronco	112
Figura 63. Medición de flexión del cuello.....	112
Figura 64. Posición de las piernas	112
Figura 65. Posición del brazo derecho	112
Figura 66. Posición del antebrazo derecho	113
Figura 67. Posición de la muñeca derecha	113
Figura 68. Posición del brazo izquierdo	113
Figura 69. Posición del antebrazo izquierdo	113
Figura 70. Posición de la muñeca izquierda.....	114
Figura 71. Medición de flexión del tronco. Resultado del Software Ergonautas.....	116
Figura 72. Torsión o inclinación del tronco. Resultado del Software Ergonautas	116
Figura 73. Medición de flexión del cuello. Resultado del Software Ergonautas	117
Figura 74. Torsión o inclinación lateral del cuello.	117
Figura 75. Medición de flexión de las piernas. Resultado del Software Ergonautas	118
Figura 76. Flexión de una o ambas rodillas. Resultado del Software Ergonautas	118
Figura 77. Medición de flexión del brazo derecho.	119

Figura 78. Brazo abducido. Resultado del Software Ergonautas	120
Figura 79. Medición de flexión del antebrazo derecho. Resultado del Software Ergonautas.....	120
Figura 80. Medición de flexión de la muñeca derecha. Resultado del Software Ergonautas.....	121
Figura 81. Torsión o desviación lateral de la muñeca derecha. Resultado del Software Ergonautas	121
Figura 82. Medición de flexión del brazo izquierdo.	122
Figura 83. Brazo izquierdo abducido o rotado. Resultado del Software Ergonautas....	122
Figura 84. Medición de flexión del antebrazo izquierdo. Resultado del Software Ergonautas.....	123
Figura 85. Medición de flexión de la muñeca izquierda. Resultado del Software Ergonautas.....	124
Figura 86. Torsión o desviación lateral de la muñeca izquierda. Resultado del Software Ergonautas	124

RESUMEN

El presente trabajo de investigación busca identificar los factores de riesgo presentes en los puestos de trabajo del Taller de metal mecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, empresa dedicada al rubro de metal mecánica; con la finalidad de establecer un Plan de Control que minimicen los trastornos músculo-esqueléticos en los colaboradores.

Con la finalidad de lograr los objetivos planteados, primero se identificó el conjunto de actividades presentes en los puestos de trabajo de la SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, según puesto de trabajo. Posteriormente, se identificó los niveles de riesgo (alto, medio o bajo) de cada una de las actividades, mediante la metodología de Evaluación por criticidad por la matriz de riesgo, para luego aplicar los métodos de evaluación ergonómica Rapid Upper Limb Assessment (RULA) y Rapid Entire Body Assessment (REBA) sólo a las actividades que tienen un nivel de riesgo ergonómico “Alto”; es decir, a las actividades de Habilidadado y Soldadura, respectivamente.

Así mismo, se ha identificado los factores de riesgos ergonómicos a los que están expuestos los colaboradores del taller de metalmecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C.

Finalmente, se ha propuesto un Plan de Control para minimizar los factores de riesgo en los colaboradores del taller de metalmecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C.

Palabras clave: (Riesgo ergonómico), (Ergonomía), (Trastornos músculo-esquelético), (Posturas forzadas), (RULA), (REBA), (Plan de Control).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En nuestro país, el tema de la Seguridad y Salud Ocupacional, es muy preocupante. El Estado peruano ha promulgado leyes, reglamentos y decretos supremos vinculados al tema de la Seguridad y Salud Ocupacional. Existen incluso instituciones públicas que velan por el cumplimiento de estas reglamentaciones, pero aun así, preocupa el hecho de que existan empresas del sector privado que desconocen dicha normatividad o que aun conociendo la misma, no quieren aplicar las normas de Seguridad y Salud Ocupacional en sus actividades productivas, poniendo en riesgo la integridad física, la salud y la calidad de vida de sus trabajadores.

Desde tiempos pasados, el objetivo de las empresas ha sido la eficiencia en el desarrollo de sus actividades productivas y su propio desarrollo económico. En el logro de sus objetivos y metas está involucrado el recurso humano, que es considerado como el pilar fundamental hacia la obtención de sus anhelados objetivos y metas.

Para que exista desarrollo sostenible y progreso en las empresas es vital la salud de los colaboradores, que muchas veces ha sido descuidada por las diferentes instituciones y empresas. La salud del ser humano, está siendo afectado por muchos factores de manera vertiginosa, y uno de los factores que muchas empresas obvian en sus actividades son los problemas disergonómicos (o ergonómico) como factor determinante en la salud de sus colaboradores.

Hoy en día, los factores de riesgo ergonómico en el trabajo, son uno de los aspectos más sobresalientes cuando se busca desarrollar medidas de seguridad para la

prevención y/o control de riesgos ocupacionales. En este sentido, existen varios puntos fundamentales a considerar: el primero, es realizar una identificación y descripción precisa de los riesgos existentes; el segundo, es evitar cualquier daño derivado de dichos riesgos, que puedan perjudicar a los trabajadores en forma temporal o permanente; y tercero, es determinar el costo que de forma directa e indirecta conlleva la ocurrencia de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo.

En muchas de las empresas no se toman en cuenta ni se llevan a la práctica por parte de los colaboradores, las precauciones o medidas de seguridad y menos aún las posturas ergonómicas adecuadas al momento de realizar un trabajo determinado; debido a que las empresas no capacitan a su personal, otras no dan el seguimiento necesario a las políticas de seguridad que han establecido para prevenir los riesgos que se puedan presentar en su centro de labores, en última instancia no le dan la importancia que tiene la prevención de riesgos, porque les incomoda o resulta costoso implementar medidas de seguridad.

Es importante que las empresas se preocupen por la salud y bienestar de los trabajadores, debido a que son ellos la base del desarrollo productivo de las mismas. A medida que la industria crece con el desarrollo tecnológico de principios de siglo, no sólo los ingenieros, sino también los psicólogos, sociólogos, médicos, etc. se dedican a estudiar los factores que afectan al trabajador y ofrecen recomendaciones acerca de las características que deben tener los centros de trabajo, las herramientas que se deben utilizar para hacer óptima la producción sin pérdida de la salud del trabajador, y además se desarrolla la psicología, la fisiología y la higiene del trabajo.

Según la Organización Internacional del Trabajo-OIT (2019) afirma:

Cada día mueren personas a causa de accidentes laborales o enfermedades relacionadas con el trabajo – más de 2,78 millones de muertes por año. Además,

anualmente ocurren unos 374 millones de lesiones relacionadas con el trabajo no mortales, que resultan en más de 4 días de absentismo laboral. El coste de esta adversidad diaria es enorme y la carga económica de las malas prácticas de seguridad y salud se estima en un 3,94 por ciento del Producto Interior Bruto global de cada año.

La OIT tiene como objetivo crear conciencia mundial sobre la magnitud y las consecuencias de los accidentes, las lesiones y las enfermedades relacionadas con el trabajo y de posicionar la salud y la seguridad de todos los trabajadores en la agenda internacional para estimular y apoyar la acción práctica a todos los niveles. En la actualidad, son pocas las empresas peruanas que han implementado con éxito programas de ergonomía. “El problema no es la intención de querer implementarlo, es que no tienen una guía concreta de cómo hacerlo”, sostiene el Dr. Armando Talaverano, experto en Medicina del Trabajo y Ergonomía y docente de la Maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad de Piura. Así mismo, indica que faltan profesionales con las competencias y calificaciones apropiadas para elaborar, planificar e implementar un programa de ergonomía eficiente (Paico, 2013).

En noviembre del 2008, el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo del Perú, emite la Resolución Ministerial N° 375-2008-TR denominada Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico, la misma que fue creada en un contexto en la que el gobierno peruano necesitaba adecuarse a las exigencias de los Tratados de Libre Comercio a firmarse con otros países del mundo. No obstante, la aplicación de la ergonomía en las empresas peruanas es más reciente, ya que es a partir del año 2011 en que entra en funcionamiento la Ley N° 29783 de Seguridad y Salud en el Trabajo y es cuando empieza a exigirse la realización de los análisis ergonómicos en las empresas peruanas. Actualmente en el Ministerio

de Salud se está elaborando el anteproyecto de otra norma relacionada a la ergonomía en los ambientes de trabajo.

Cabe señalar que en nuestro país existe estadística limitada de las lesiones laborales, lo que imposibilita realizar el seguimiento de éstas y de la salud de los trabajadores peruanos. No obstante, hay múltiples casos reportados por las empresas, de trabajadores con lesiones y que además tienen restricciones médicas laborales ya que guardan relación con el trabajo forzoso que realizan o han realizado. Por tal razón, esta realidad hace que, en la etapa inicial de desarrollo de la ergonomía peruana, el ergónomo sea convocado principalmente para apoyar en programas de prevención de los trastornos músculo esqueléticos, dejándose de lado los factores psicosociales, de trascendental importancia y que son de un abordaje muy limitado a nivel de las empresas e instituciones (Ullilen, 2016).

Aspectos relacionados con la manipulación manual de cargas, sobre esfuerzos, posturas forzadas y/o movimientos repetitivos, desencadena en la aparición de trastornos músculo esqueléticos que afectan músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios y vasos sanguíneos, los cuales son cada vez más comunes en puestos de trabajos de las empresas.

Considerando lo anteriormente mencionado, la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, no es la excepción en el conjunto de empresas que reportan descanso médicos por la presencia de trastornos musculo esqueléticos. Es así que, la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, durante el año 2018, ha reportado nueve (09) papeletas de descanso médico y que suman en su totalidad 33 días de descanso médico de trabajadores que han sufrido algún tipo de trastorno musculo esquelético; siendo el 45% (04 reportes) los que pertenecen a trastornos en parte espalda.

Frente a la problemática planteada sobre los riesgos ergonómicos y sus efectos en los trabajadores (aparición de trastornos músculo esqueléticos), el presente estudio tiene como propósito conocer el estado de algunos de los problemas asociados a la adaptación del puesto de trabajo al hombre, así como brindar a los trabajadores involucrados la información mínima necesaria para identificar los riesgos laborales a los que están sometidos aun cuando no se disponga del equipamiento ergonómico adecuado, para posteriormente disminuir los trastornos musculo esquelético.

En la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, su Gerente General, considera que es prioritario establecer la relación de los factores de riesgo ergonómico en los puestos de trabajo con la aparición de trastornos músculos esqueléticos, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad de los colaboradores de su empresa; surgiendo interés en disminuir los riesgos laborales en los puestos de trabajo, que podrían provocar a corto o largo plazo trastornos músculo-esqueléticos, lesiones irreversibles, deterioro de la calidad de vida de las personas, reducción de productividad de los colaboradores y consecuentemente pérdidas económicas para la Empresa.

Finalmente, se plantea una Propuesta de Control de Riesgos Ergonómicos, con la finalidad de minimizar los riesgos ergonómicos en los colaboradores de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, con el objetivo de mejorar u optimizar la productividad de los colaboradores y del sistema de producción, garantizando la satisfacción, seguridad y salud de la población trabajadora.

1.1.1. Marco teórico

1.1.1.1. Antecedentes

Los antecedentes encontrados referentes a la investigación realizada son los siguientes:

INTERNACIONAL

Antecedente 1:

Autor: CARRILLO ESTRELLA, María Augusta, Universidad de Cuenca, 2017.

Título: Evaluación de Factores Ergonómicos de los Trabajadores de la Empresa ARTESA CIA. LTDA, expuestos a movimientos repetitivos, posiciones forzadas y manipulación de cargas, y propuesta de plan de control.

Resumen:

En su tesis realizó un estudio descriptivo cuyo objetivo fue determinar el nivel de exposición de los trabajadores a riesgos ergonómicos existentes debido a la realización manual de sus tareas en la Empresa ARTESA CIA. LTDA, Cuenca (Ecuador), encontrando un alto riesgo de posturas forzadas en los 5 puestos de trabajo.

Antecedente 2:

Autor: LAZO SARMIENTO, Tatiana Verónica, Universidad de Cuenca, 2017

Título: Evaluación de Factores de Riesgo Ergonómico en los puestos de trabajo de la Línea de ensamblaje de refrigeradoras de una empresa y su relación con afecciones musculoesqueléticas.

Resumen:

En su tesis realizó un estudio descriptivo cuyo objetivo fue investigar la exposición a factores de riesgo ergonómicos en los trabajadores de la línea de ensamblaje de

refrigeradoras en una Empresa en la ciudad de Cuenca (Ecuador), encontrando que 7 de los 8 puestos evaluados presentan riesgo alto y muy alto.

NACIONAL

Antecedente 1:

Autor: ARPITA CALSINA, Arizabal, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019.

Título: Estudio de los factores de riesgos disergonómicos en las actividades de habilitado, armado y soldadura de estructuras en la industria metal mecánica (Caso IMCO Servicios S.A.C. 2018).

Resumen:

El presente estudio se realizó en una empresa industrial de metal mecánica dedicada a la fabricación de estructuras metálicas, IMCO Servicios S.A.C., tuvo como objetivo principal estudiar los factores de riesgos disergonómicos en las actividades de habilitado, armados y soldadura de estructuras.

Diseño y métodos. El diseño de la metodología de la investigación es no experimental, tipo descriptivo y de acuerdo a la finalidad que tiene el desarrollo del presente estudio es de nivel aplicada, el estudio se llevó a cabo con la descripción de las actividades, a través, de la técnica de observación directa y entrevistas no estructuradas a los trabajadores, el diagnóstico situacional con respecto el desarrollo de las tareas de habilitado, armado y soldadura se llevó con una lista de verificación elaborado con criterios que deben cumplir en campo, y con los lineamientos del sistema de gestión de seguridad la R.M. 050-2013 TR., y la identificación de los factores de riesgos disergonómicos se llevó con la aplicación del método RULA.

Antecedente 2:

Autor: VAJDA MEDINA, Rade, Pontificia Universidad católica del Perú, 2017.

Título: Evaluación y propuestas de mejoras ergonómicas para puestos de trabajo en ensamblaje de buses.

Resumen:

El presente estudio corresponde a una empresa que se dedica al ensamblaje de carrocerías para ómnibus interprovinciales, turísticos y urbanos. Se busca identificar los problemas ergonómicos en los puestos de trabajo para mejorar la salud de los trabajadores y aumentar la productividad de la empresa con propuestas de mejora.

La evaluación se basa en analizar todas las operaciones en el área de producción para identificar los puestos y actividades más críticas mediante la elaboración de la matriz FINE. A partir de esto, se evalúan utilizando las metodologías más relevantes seleccionadas: NIOSH, REBA y OCRA. Mediante estos métodos se encontraron altos riesgos críticos en las actividades evaluadas, por lo que se comprueba que se necesitan correcciones y control inmediato. Luego, se realiza las respectivas propuestas de mejora para los puestos de trabajo para reducir los problemas de postura, fallas por movimientos y otros peligros ergonómicos en base a criterios de antropometría, biomecánica y herramientas de trabajo relevantes para implementar en el área de trabajo.

1.1.1.2. Bases teóricas

Para el presente trabajo es importante empezar por definir algunos conceptos relacionados con la investigación que se está estableciendo, de allí que empezaremos por definir algunos conceptos básicos.

1.1.1.2.1 Ergonomía

Según la Norma Básica de Ergonomía-NBE (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo del Perú, 2008), precisa que ergonomía es la ciencia que busca optimizar la interacción entre el trabajador, la máquina y el ambiente de trabajo con el fin de adecuar los puestos, ambientes y la organización del trabajo a las capacidades y limitaciones de los trabajadores, con el fin de minimizar el estrés y la fatiga, de esta manera incrementar el rendimiento y la seguridad del trabajador.

La Dirección General de Salud Ambiental(DIGESA), precisa que es el conjunto de disciplinas y técnicas orientadas a lograr la adaptación de los elementos y medios de trabajo al hombre, que tiene como finalidad hacer más efectiva las acciones humanas, evitando la posible fatiga, lesiones, enfermedades ocupacionales y accidentes laborales; según lo cual se puede afirmar que los medios de trabajo deben ser los que se adecuen a la forma de trabajo del hombre, previniendo probables consecuencias perjudiciales (Ministerio de Salud, 2005).

1.1.1.2.2 Factores de Riesgo Disergonómico

Es aquel conjunto de atributos de la tarea o del puesto de trabajo, más o menos claramente definidos, que inciden en aumentar la probabilidad de que un sujeto expuesto a ellos, desarrolle una lesión en su trabajo. Incluyen aspectos relacionados con la manipulación manual de cargas, sobreesfuerzos, posturas de trabajo, movimientos repetitivos (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo del Perú, 2008).

El Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (2015), afirma que los factores de riesgo que pueden provocar o agravar las situaciones de riesgo ergonómico se clasifica en:

A. Factores de riesgo biomecánicos o físicos

Exigen la adopción de Manipulación manual de cargas, posturas forzadas, movimientos repetitivos, vibraciones mecánicas y presión por contacto e impactos repetidos.

B. Factores de riesgo psicosociales

Engloban todas aquellas condiciones relacionadas con la organización del trabajo, el contenido del trabajo y la realización de la tarea. Algunos de los factores psicosociales que agravan en mayor medida el riesgo de sufrir un trastorno músculo-esquelético son:
La variedad de tareas, ya sea por exceso o por falta (trabajo monótono y repetitivo).

- Falta de control sobre la propia tarea.
- El ritmo de trabajo elevado.
- La prolongación de la jornada.
- Escasos periodos de descanso y recuperación.

C. Factores de riesgo de condiciones ambientales

El frío, calor, humedad, ruido, iluminación, vapores, humo..., pueden agravar las condiciones ergonómicas del puesto. Por ejemplo:

- Las manos frías producen pérdida de capacidad, destreza, sensibilidad y fuerza.
- La iluminación escasa o en exceso puede llevar a la adopción de posturas forzadas para intentar ver mejor o evitar deslumbramientos, tensión ocular, etc.

D. Factores de riesgo del entorno de trabajo y del puesto

El uso de máquinas o equipos peligrosos, posibles contactos eléctricos, energía radiante, superficies resbaladizas, falta de espacio, equipos de protección individual

incómodos, falta de orden, etc. Todos ellos pueden agravar las condiciones ergonómicas del puesto. Por ejemplo:

- La falta de orden y limpieza de las zonas de paso puede hacer que el trabajador o trabajadora que transporta manualmente un objeto deba realizar movimientos y adoptar posturas innecesarias para visualizar el suelo y desplazarse con seguridad.
- Utilizar guantes muy grandes o rígidos reduce la destreza con las manos y dedos, la sensibilidad y precisa aplicar más fuerza en el agarre.
- El trabajar con una máquina que está muy caliente (energía radiante) puede hacer que el trabajador o la trabajadora evite apoyarse en ella, teniendo que realizar la tarea sin apoyo de los brazos.

E. Factores de riesgo de variables individuales de las personas expuestas

Las dimensiones corporales (principalmente la altura o talla), el sexo y la edad, la experiencia laboral y la antigüedad en el puesto de trabajo, la formación recibida para el desempeño de la tarea, etc., son una muestra de los factores que a nivel individual deberán considerarse para la mejora de las condiciones ergonómicas en la empresa. Por ejemplo:

- La altura de la mesa de trabajo deberá ser distinta para un trabajador que mide 1,85 m que para una trabajadora que mide 1,55 m.
- No trabajará con la misma seguridad y autonomía una trabajadora con una antigüedad en el puesto de cinco años que una joven recién incorporada que todavía no ha recibido la formación específica para el desempeño de la tarea. Ni mucho menos de los riesgos asociados a ésta.

A continuación se describen los factores de riesgo biomecánicos o físicos más comunes:

A. Manipulación manual de cargas

Según Norma básica de Ergonomía se define como cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo del Perú, 2008).

B. Posturas forzadas (Posturas de trabajo)

Se define como aquellas posiciones de trabajo que supongan que una o varias regiones anatómicas dejan de estar en una posición natural de confort para pasar a una posición que genere hiperextensiones y/o hiperrotaciones osteo-articulares, con la consecuente producción de lesiones por sobrecarga (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo del Perú, 2008).

Las posturas forzadas son originadas cuando una o más articulaciones superan un determinado ángulo articular durante un tiempo significativo, que en ergonomía se suele considerar el 25% de la jornada de 8 horas, es decir, 2 o más horas al día. Por ejemplo, la abducción de hombro, la supinación del codo o la extensión de la muñeca (Díaz, 2018).

C. Movimientos repetitivos

Secuencia de movimientos periódicos de determinadas amplitudes articulares que se repiten como mínimo 2 veces por minuto durante 4 o más horas diarias. Por ejemplo los movimientos de rotación de hombro, la pronosupinación del codo o la flexo-extensión de la muñeca.

1.1.1.2.3 Trastornos músculo-esqueléticos

Son lesiones de músculos, tendones, nervios y articulaciones que se localizan con más frecuencia en cuello, espalda, hombros, codos, muñecas y manos. Reciben nombres como: contracturas, tendinitis, síndrome del túnel carpiano, lumbalgias, cervicalgias, dorsalgias, etc. El síntoma predominante es el dolor, asociado a la inflamación, pérdida de fuerza, y dificultad o imposibilidad para realizar algunos movimientos (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo del Perú, 2008).

Según la legislación Española especifica que los trastornos músculo-esqueléticos es el conjunto de lesiones inflamatorias o degenerativas de los músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios y vasos sanguíneos, de aparición generalmente lenta y con tendencia a cronificarse, causadas o agravadas por determinadas condiciones de trabajo (FREMAP Mutua Colaboradora con la Seguridad Social Número 61, 2018).

Unas condiciones de trabajo que exigen la adopción de posturas forzadas, movimientos repetidos, manipulación manual de cargas, exposición a vibraciones mecánicas, etc., acarrear una alta probabilidad de producir trastornos músculo esquelético. Si, además, a estas situaciones de riesgo (factores biomecánicos) sumamos una inadecuada organización del trabajo (factores psicosociales), unas condiciones ambientales desfavorables (temperatura, humedad, iluminación, ruido...), unas características deficientes en el entorno de trabajo (espacio de trabajo, orden, limpieza...) y las variables individuales de cada trabajador y trabajadora (dimensiones corporales, sexo, edad, experiencia, formación...), el nivel de riesgo ergonómico global del puesto de trabajo se verá incrementado considerablemente (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud, 2015).

Las lesiones músculo-esqueléticas se pueden ocasionar en cualquier segmento corporal, aunque los más frecuentes son los producidos en la espalda, el cuello, los hombros, los codos, las muñecas y las manos.

El Instituto de Biomecánica de Valencia, España (2020), refiere que las lesiones músculo-esqueléticas de origen laboral más comunes son:

A. Traumatismos acumulativos específicos en mano y muñeca

Tendinitis: es una inflamación de un tendón debida, entre otras causas posibles, a que está repetidamente en tensión, doblado, en contacto con una superficie dura o sometido a vibraciones.

Tenosinovitis: en este caso se produce excesivo líquido sinovial por parte de la vaina tendinosa, que se acumula produciendo tumefacción y dolor. Las causas son la aplicación repetida de fuerza con la muñeca en posturas de forzadas.

Ganglión: hinchazón de una vaina de un tendón, que se llena de líquido sinovial; el área afectada se hincha produciendo un bulto bajo la piel, generalmente en la parte dorsal o radial de la muñeca.

Síndrome del túnel carpiano: se origina por la compresión del nervio mediano en el túnel carpiano de la muñeca. Los síntomas son dolor, entumecimiento y hormigueo de parte de la mano. Las causas se relacionan con los esfuerzos repetidos de la muñeca en posturas forzadas.

B. Traumatismos acumulativos específicos en brazo y codo

Epicondilitis: con el desgaste o uso excesivo, los tendones del codo se irritan produciendo dolor a lo largo del brazo. Las actividades que pueden desencadenar este síndrome son movimientos de impacto o sacudidas, supinación o pronación repetida

del brazo, y movimientos de extensión forzados de la muñeca. El llamado "codo del tenista", es un ejemplo de epicondilitis; los síntomas aparecen en el epicóndilo.

Síndrome del túnel radial: aparece al atrparse periféricamente el nervio radial y se origina por movimientos rotatorios repetidos del brazo, flexión repetida de la muñeca con pronación o extensión de la muñeca con supinación.

C. Traumatismos acumulativos específicos en hombros y cuello

Tendinitis del manguito de rotadores: el manguito de rotadores lo forman cuatro tendones que se unen en la articulación del hombro. Los trastornos aparecen en trabajos donde los codos deben estar en posición elevada.

Síndrome cervical por tensión: se origina por tensiones repetidas del músculo elevador de la escápula y del grupo de fibras musculares del trapecio en la zona del cuello. Aparece al realizar trabajos por encima del nivel de la cabeza repetida o sostenidamente, cuando el cuello se mantiene doblado hacia delante, o al transportar objetos pesados.

D. Trastornos musculoesqueléticos en la zona lumbar

Lumbalgia: consiste en dolor en las regiones lumbares. La intensidad del dolor puede variar. Cuando es agudo el motivo suele ser un sobreesfuerzo. En ocasiones, el dolor desciende afectando a la parte posterior del muslo y la nalga. Esta dolencia puede ser crónica, en cuyo caso el dolor aparece de manera gradual y, a pesar de no alcanzar un umbral del dolor elevado, persiste de manera continua.

Lumbago agudo: en este caso, aparece dolor a lo largo de toda la zona lumbar y existe contractura antiálgica e impotencia funcional dolorosa. Esta dolencia se debe a la distensión del ligamento posterior a nivel lumbar.

Lumbo-ciatalgia: se produce una hernia de disco entre la quinta vértebra y el sacro, o bien, entre la cuarta y quinta vertebra. El origen del dolor es una presión en el nervio ciático. El dolor empieza en la zona lumbosacra y se va extendiendo hacia la cara externa o posterior del muslo, e incluso hasta la pantorrilla y dedos de los pies.

El Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (2015), describe las causas/ factores y lesiones de riesgo más frecuentes, según zona corporal:

Tabla 1

Trastornos músculo-esquelético: Lesiones y causas más frecuentes.

Zona corporal	Causas/ factores de riesgo más frecuentes	Lesiones más frecuentes
Espalda dorsal y lumbar	<ul style="list-style-type: none"> - Manipulación manual de cargas (levantamiento frecuente de cargas de al menos 12 kg, especialmente si se hace con los brazos extendidos y las rodillas rectas, mientras el cuerpo está torcido). - Posición mantenida del cuerpo (de pie o sentada). - Giro de tronco frecuente (con o sin carga). - Inclinar el tronco/ espalda hacia delante. - Vibración de cuerpo entero. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hernia discal - Lumbalgias - Ciática - Dolor muscular - Protusión discal - Distensión muscular - Lesiones discales
Cuello	Inclinar el cuello/cabeza hacia delante o hacia atrás.	<ul style="list-style-type: none"> - Dolor. Espasmo muscular - Lesiones discales
Hombros	<ul style="list-style-type: none"> - Manipular cargas por encima de la cintura. - Mantener los brazos extendidos hacia delante, hacia arriba o los lados. - Codos levantados hacia los lados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tendinitis - Periartritis - Bursitis
Codos	<ul style="list-style-type: none"> - Giro repetido de antebrazo (movimiento de las manos/muñecas). - Sujetar objetos por un mango. - Combinación de movimientos repetitivos, posturas forzadas y uso de fuerza. 	<ul style="list-style-type: none"> - Epicondilitis (codo de tenista)
Manos	<ul style="list-style-type: none"> - Mover las manos/muñecas hacia arriba, hacia abajo o los lados de forma repetida. - Ejercer fuerza con las manos. - Manipular cargas manualmente (agarre). 	<ul style="list-style-type: none"> - Síndrome del túnel carpiano - Tendinitis - Entumecimiento - Distensión
Piernas	<ul style="list-style-type: none"> - Posición sentada constante. - De pie continuamente. - Inadecuado diseño de las sillas (presión en la parte trasera del muslo). 	<ul style="list-style-type: none"> - Hemorroides - Ciática - Várices - Pies entumecidos

Fuente: ISTAS. Identificación y evaluación de los factores de riesgo ergonómico. 2015.

La Organización Mundial de la Salud indica que, según la Clasificación Internacional de Enfermedades, los trastornos músculo-esqueléticos abarcan más de 150 diagnósticos del sistema locomotor; de los cuales los trastornos músculo-esqueléticos son la principal causa de discapacidad y el dolor lumbar es la causa más frecuente de discapacidad en el mundo (Organización Mundial de la Salud, 2019).

Respecto a las lesiones en las extremidades inferiores, pocos son los estudios realizados sobre los trastornos músculo-esqueléticos en las extremidades inferiores. Sin embargo, sí se han encontrado enfermedades relacionadas con el trabajo que tienen su origen en las mismas actividades que causan los trastornos músculo-esqueléticos en las extremidades superiores (Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales, 2018).

1.1.1.2.4 Accidente

Es todo acontecimiento no deseado que ocasiona un daño físico, lesión o enfermedad ocupacional a una persona, o un daño a la propiedad (Cruz y Garnica, 2010).

1.1.1.2.5 Peligro

Cualquier fuente, situación o condición con capacidad de causar daño en términos de lesiones o afectar la salud de las personas (Organización Internacional del Trabajo, 2019).

1.1.1.2.6 Riesgo

Toda aquella eventualidad o posibilidad de accidente o proximidad a un daño físico, lesión o enfermedad o un daño a la propiedad (Cruz y Garnica, 2010).

1.1.1.2.7 Factor de riesgo

Es el agente elemento, sustancia, objeto o condición de trabajo que puede causar daño, cambio, accidente o transformación de la salud del trabajador (Cruz y Garnica, 2010).

1.1.1.2.8 Seguridad Industrial

Es el estudio fáctico multidisciplinario y de aplicación sistemática en ambientes laborales o entorno, encaminados a la prevención de accidentes de trabajo (Cruz y Garnica, 2010).

1.2. Formulación del problema

¿Qué factores de riesgo ergonómico influyen en los Trastornos Músculo-Esqueléticos en el taller de metal mecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Identificar los factores de riesgo ergonómico que influyen en la presencia de trastornos músculo-esqueléticos en los colaboradores del taller de metalmecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C.

1.3.2. Objetivos específicos

1.3.2.1. Identificar las actividades en los Puestos de Trabajo.

1.3.2.2. Identificar los niveles de riesgo de las actividades de los Puestos de Trabajo.

1.3.2.3. Identificar los factores de riesgos ergonómicos a los que están expuestos los colaboradores.

1.3.2.4. Evaluar los factores de riesgos ergonómicos a los que están expuestos los colaboradores.

1.3.2.5. Elaborar un Plan de Control que minimice los factores de riesgo en los colaboradores.

1.4. Hipótesis

La identificación de los factores de riesgo ergonómico disminuye los trastornos músculo-esqueléticos en los colaboradores de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. De acuerdo al fin que se persigue

Aplicada

2.1.2. De acuerdo al diseño de contrastación

Descriptiva y explicativa

2.2. Materiales

2.2.1. Población:

La población está constituida por la totalidad de colaboradores del Área operativa del Taller de metalmecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C. El total de colaboradores asciende a 8 Operarios.

2.2.2. Muestra:

La muestra está constituida por los 8 colaboradores que constituyen la población del taller de metalmecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C.

2.2.3. Operacionalización de variables

A continuación se describe la operacionalización de variables:

Tabla 2
Operacionalización de variables. 2019

Variable	Dimensión	Indicador	Indice
Variable independiente Factores de riesgo ergonómico	Posturas forzadas	- Puntuación final RULA	Evaluación RULA: - Grupo A (brazos, antebrazos y muñecas) - Grupo B (piernas, tronco y cuello)
		- Puntuación final REBA	Evaluación REBA: - Grupo A (piernas, tronco y cuello) - Grupo B (brazos, antebrazos y muñecas)
Variable dependiente Trastornos musculo-esqueléticos	Lesiones físicas	<ul style="list-style-type: none"> - Número de lesiones con trastornos músculo esqueléticos - Número de días de descanso médicos - Porcentaje de lesiones en el cuello - Porcentaje de lesiones en la espalda - Porcentaje de lesiones en brazos - Porcentaje de lesiones en la antebrazo - Porcentaje de lesiones en muñeca - Porcentaje de lesiones en piernas - Porcentaje de lesiones en tronco - Porcentaje de lesiones en hombros - Porcentaje de lesiones en codos - Porcentaje de lesiones en manos - Porcentaje de lesiones en pies 	Registro de descansos médicos de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C

Fuente: Elaboración propia. 2019.

2.2.4. Descripción de la Empresa

La Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, se fundó en febrero del año 2013. Actualmente tiene 7 años de actividad económica.

Esta empresa se encuentra ubicada en la Av. La Marina N° S/N Orcon, zona denominada Curva de Sun, del distrito de Moche, provincia de Trujillo en el departamento de La Libertad.

El área total de la empresa es de 299 m², que comprende las oficinas administrativas, almacén, comedor, servicios higiénicos y una planta de operación donde se desarrollan las actividades operarias.

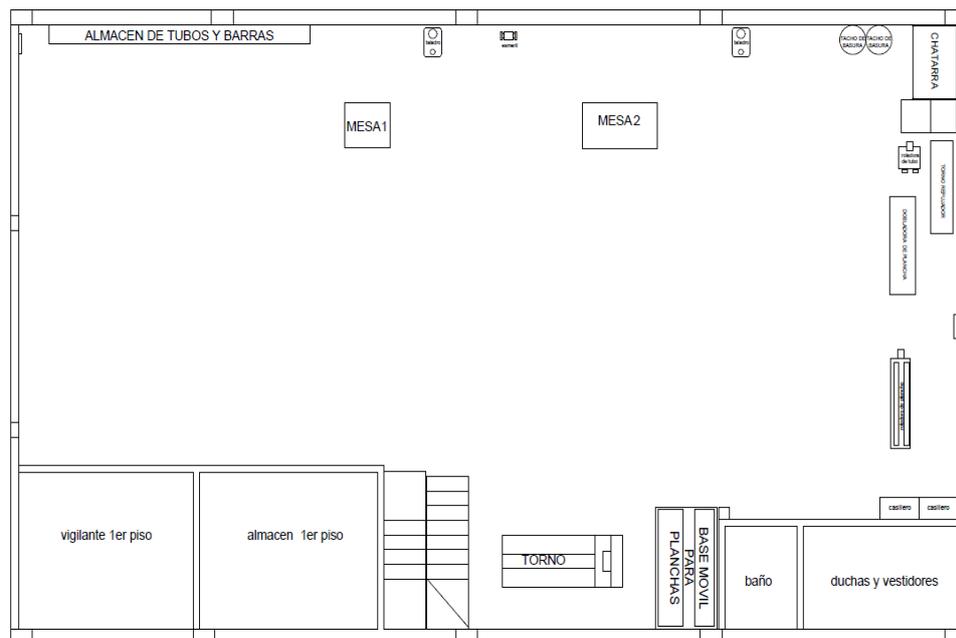


Figura 1. Plano de distribución de las áreas de la Empresa SERMEIND.
Fuente: SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C.

2.2.5. Actividad económica

Es una empresa dedicada al rubro metal-mecánica para el sector agroindustrial y afines, en la fabricación, reparación, modificación, mantenimiento y/o proyectos en estructuras metálicas y transportadoras en acero inoxidable.

2.2.6. Cultura organizacional

Misión:

Ofrecer lo mejor de nuestro recurso humano, físico y tecnológico, para brindar soluciones a procesos industriales y fabricación de productos orientados al sector agroindustrial, suministrando calidad, respaldo, seriedad, lealtad, precios justos, seguridad y confiabilidad a nuestros clientes, pensando siempre en el crecimiento de los valores de nuestros colaboradores y de la sociedad.

Visión:

Ser la empresa metalmecánica de fabricación y servicios de mayor prestigio del país, reconocida por su calidad, rapidez y cumplimiento, orientado a brindar soluciones integrales innovando y generando mayor valor agregado a nuestros productos

Política de Calidad

En nuestros procesos de elaboración y mantenimiento de cada equipo cumplimos con los más altos estándares internacionales de calidad, lo que nos impulsa a ofrecer productos que se diferencian por su diseño e innovación.

Buscando una mayor cantidad de clientes en diciembre del 2016 hemos logrado ser una Empresa Homologada como proveedores.

Asimismo, siguiendo con el programa de calidad, realizamos servicio post-venta a los productos terminados debiendo de cumplir con los requerimientos necesarios para ofrecer productos de calidad a nuestros clientes.

2.2.7. Condiciones laborales

Las condiciones laborales que tienen los operarios, es la misma para todo el personal.

La jornada laboral de lunes a viernes está compuesta por un turno de 8 horas laborales, en el horario de 8:00 am a 6:00 pm; y de 8:00 am a 12:00 m los días sábados, con intervalo de 12:00 m a 1:00 pm destinado para refrigerio; y los días sábados no se considera horario de almuerzo.

El personal operario del taller de metalmecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, está a cargo de un Supervisor de planta, quien inspecciona y despeja las consultas y dudas técnicas del personal a cargo.

2.2.8. Estructura general

En la figura 2, se puede apreciar que la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C está conformada por 12 personas; entre Personal de Gerencia (01), dibujante (01), secretariado (01), supervisores (01) y operarios (08).

El organigrama general de la empresa está diseñado de la siguiente manera:

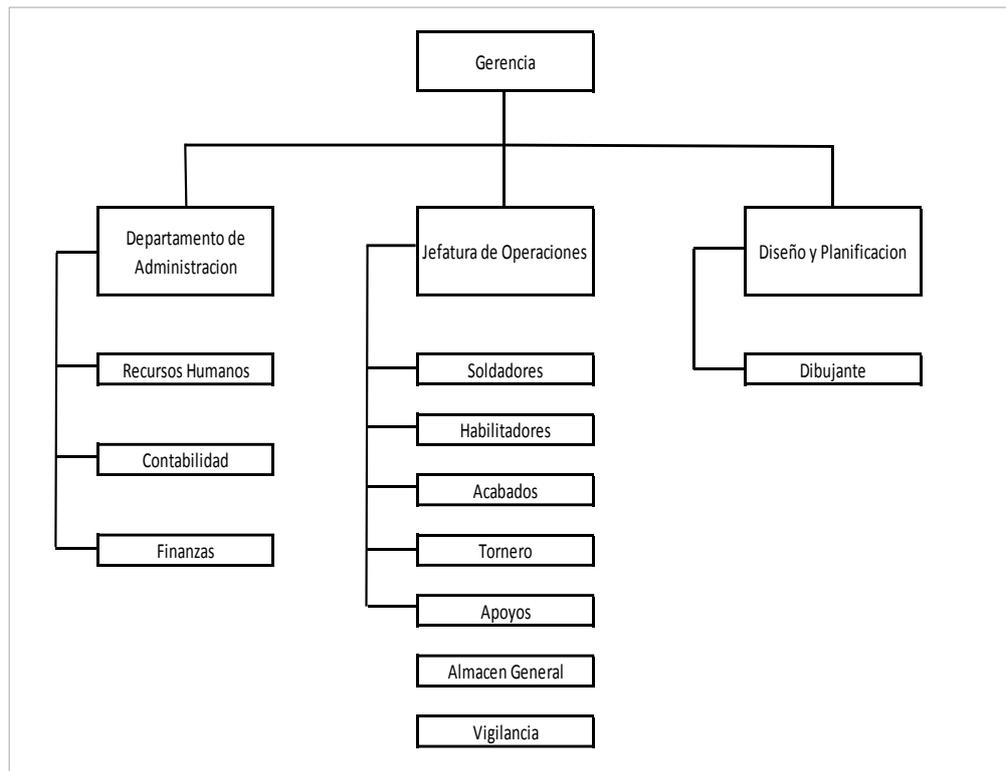


Figura 2. Organigrama de la Empresa SERMEIND.
Fuente: SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C.

2.2.9. Maquinaria

La Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, posee herramientas y maquinarias, las que manipuladas por el personal operario permiten al mismo personal realizar sus actividades durante su jornada laboral establecida.

Estas herramientas y maquinarias, tienen como función principal facilitar y apoyar las operaciones desde la entrada de la materia prima hasta la obtención del producto terminado.

La Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, tiene el siguiente conjunto de herramientas y equipamiento:

Tabla 3

Equipamiento y herramientas de la empresa SERMEIND. 2019

ÁREA	EQUIPO Y HERRAMIENTAS
Habilitado	Máquina de soldar 1
	Amoladora chica 1
	Amoladora chica 2
	Amoladora chica 3
	Amoladora chica 4
	Amoladora chica 5
	Amoladora chica 6
	Amoladora grande 1
	Rectificadora 1
	Taladro 1
	Taladro 2
	Taladro de columna 1
	Prensa Hidráulica
	Roladora de tubo
Dobladora Hidráulica	
ÁREA	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Soldadura	Máquina de soldar 2
	Máquina de soldar 3
	Máquina de soldar 4
	Máquina de soldar 5
	Máquina de soldar 6
	Amoladora chica 7
	Amoladora chica 8
	Amoladora chica 9
	Esmeril de banco

ÁREA	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Maestranza	Máquina de soldar 7 Torno paralelo Taladro de columna 2 Amoladora chica 10 Rectificadora 2 Taladro 3
Ensamblado	Máquina de soldar 8 Compresor Amoladora chica 11 Amoladora chica 12 Amoladora grande 2 Taladro 4 Taladro 5

Fuente: Elaboración propia.

2.2.10. Áreas funcionales

La Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, se divide en cuatro áreas funcionales para la realización de sus actividades en los diferentes puestos de trabajo. A continuación se realiza una descripción de cada área funcional:

A. Área de Habilitado

El área de habilitado, es la primera área funcional en la cadena productiva de la empresa. En esta área se inicia el proceso productivo de la fabricación, reparación, modificación y/o mantenimiento de los proyectos en estructuras metálicas y transportadoras en acero inoxidable.

En el área de Habilitado se realizan los procesos de corte de placas y/o tubos, mediante guillotina o máquina moladora; doblaje de placas metálicas y tubos; y finalmente el armado de bases.

Los cortes de placas o tubos, que no se realizan en el área de Habilitado por razones logísticas, éstos se terciarizan en empresas especializadas de corte.

B. Área de Soldadura

El área de Soldadura, recepciona la materia prima habilitada del área de Habilitado. En esta área se realiza el proceso de soldado de tuercas, varillas, platinas, y guardas. Así mismo, en esta área se realiza la limpieza y pulido de soldadura de las piezas y la limpieza de las mismas piezas con productos químicos; para luego pasar al área de Maestranza.

C. Área de Maestranza

En el área de Maestranza se realiza el proceso de Mecanizado de piezas, con la utilización de torno, fresa y taladro. Estas piezas luego son enviadas al área de Ensamblado.

D. Área de Ensamblado

En el área de Ensamblado se realizan los procesos de montajes de estructuras, montaje de tablero eléctrico y/o colocado de motor, en caso el producto mecánico lo contemple.

En el montaje de estructura, se realiza la unión manual de piezas mediante tornillos autoperforantes.

En caso la estructura metálica, no contemple motor; el proceso de colocado de motor es obviado.

2.2.11. Proceso productivo

El proceso de fabricación de estructuras metálicas y transportadoras en acero inoxidable contempla el siguiente proceso:

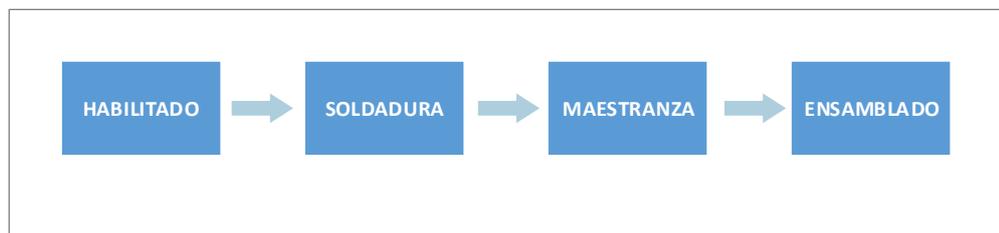


Figura 3. Diagrama de bloques del proceso productivo de la Empresa SERMEIND.

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Evaluación por criticidad por la matriz de riesgos

El análisis de riesgo que tiene como propósito determinar los componentes de un sistema que requieren protección, sus vulnerabilidades que los debilitan y las amenazas que lo ponen en peligro, con el fin de valorar su grado de riesgo.

La clasificación de datos tiene el propósito de garantizar la protección de datos (personales) y significa definir, dependiendo del tipo o grupo de personas internas y externas, los diferentes niveles de autorización de acceso a los datos e informaciones. Considerando el contexto de nuestra misión institucional, tenemos que definir los niveles de clasificación como por ejemplo: confidencial, privado, sensitivo y público.

Cada nivel define por lo menos el tipo de persona que tiene derecho de acceder a los datos, el grado y mecanismo de autenticación.

Clasificar los datos y analizar el flujo de la información a nivel interno y externo es importante, porque ambas cosas influyen directamente en el resultado del análisis de riesgo y las consecuentes medidas de protección. Porque solo si sabemos quiénes tienen acceso a qué datos y su respectiva clasificación, podemos determinar el riesgo de los datos, al sufrir un daño causado por un acceso no autorizado.

Existen varios métodos de como valorar un riesgo y al final, todos tienen los mismos retos las variables son difíciles de precisar y en su mayoría son estimaciones y llegan casi a los mismos resultados y conclusiones.

En el ámbito de la Seguridad Industrial, el método más usado es el análisis de riesgo.

La valoración del riesgo basada en la fórmula matemática:

Riesgo = Probabilidad de Amenaza x Magnitud de Daño

Para la presentación del resultado (riesgo) se usa una gráfica de dos dimensiones, en la cual el eje x (horizontal, abscisa) representa la "Probabilidad de Amenaza" y el eje y (vertical, ordenada) la "Magnitud de Daño".

La Probabilidad de Amenaza y Magnitud de Daño pueden tomar condiciones entre Insignificante (1) y Alta (4). En la práctica no es necesario asociar valores aritméticos a las condiciones de las variables, sin embargo facilita el uso de herramientas técnicas como hojas de cálculo (Erb, 2019).

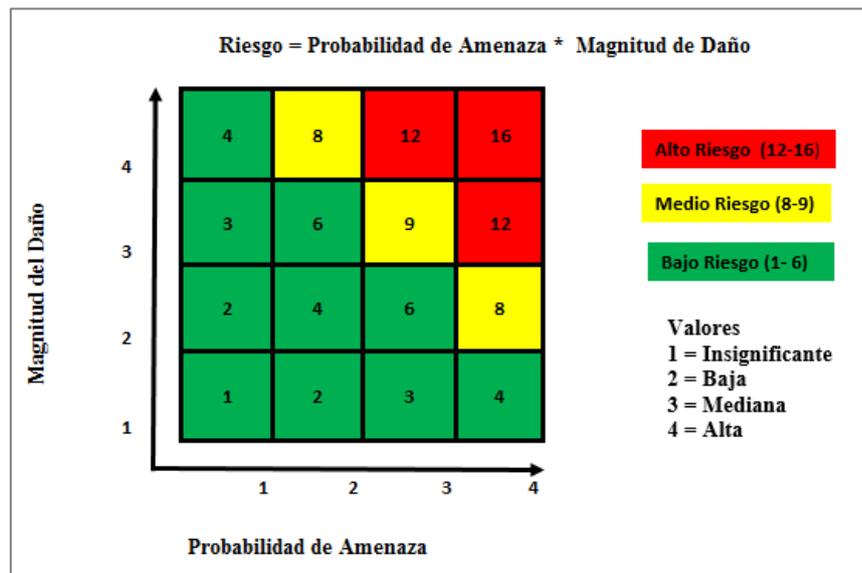


Figura 4. Tabla de Riesgos.

Fuente: Protejete Word Press (2012)

2.3.2. Métodos de evaluación ergonómico

Los métodos de evaluación ergonómica permiten identificar y valorar los factores de riesgo presentes en los puestos de trabajo para, posteriormente, en base a los resultados obtenidos, plantear opciones de rediseño que reduzcan el riesgo y lo sitúen en niveles aceptables de exposición para el trabajador. La exposición al riesgo de un trabajador en un puesto de trabajo depende de la amplitud del riesgo al que se expone, de la frecuencia del riesgo y de su duración. Dicha información es posible obtenerla mediante métodos de evaluación ergonómica, cuya aplicación resulta sencilla, frente a otras técnicas más complejas o que requieren conocimientos más específicos o instrumentos de medida no siempre al alcance de los ergónomos, como por ejemplo la medición del consumo de oxígeno, de la frecuencia cardíaca, de la fuerza soportada por el disco intervertebral L5/S1 (unión lumbosacral), del consumo metabólico, el uso de electromiógrafos (EMG), etc... (Diego-Mas, 2015).

A continuación se describe los métodos de evaluación ergonómica RULA (Rapid Upper Limb Assessment) y REBA (Rapid Entire Body Assessment), las mismas que nos permitieron identificar los factores de riesgo presentes en las actividades con nivel de riesgo "Alto" en los Puestos de trabajo de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C.

2.3.2.1. Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

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

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

Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas por el trabajador son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto a determinadas referencias). Estas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador mediante transportadores de ángulos, electrogoniómetros, o cualquier dispositivo que permita la toma de datos angulares. También es posible emplear fotografías del trabajador adoptando la postura estudiada y medir los ángulos sobre éstas. Si se utilizan fotografías es necesario realizar un número suficiente de tomas desde diferentes puntos de vista

(alzado, perfil, vistas de detalle...). Es muy importante en este caso asegurarse de que los ángulos a medir aparecen en verdadera magnitud en las imágenes, es decir, que el plano en el que se encuentra el ángulo a medir es paralelo al plano de la cámara (Figura 5). Para esta tarea se puede emplear el software RULER, la herramienta de Ergonautas que se utiliza para medir ángulos sobre fotografías y cuya mayor descripción se aprecia en el ítem 2.3.3.

El método RULA debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado. El evaluador experto puede elegir a priori el lado que aparentemente esté sometido a mayor carga postural, pero en caso de duda es preferible analizar los dos lados.

RULA divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el Grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello (Figura 6). Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.



Figura 5. Forma de medición de ángulos.



Figura 6. RULA, grupo de miembros.

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

El valor final proporcionado por el método RULA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones musculoesqueléticas. El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación propuestos van del nivel 1, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4, que indica la necesidad urgente de cambios en la actividad (Diego-Mas, 2015).

APLICACIÓN DEL MÉTODO

El procedimiento para aplicar el método RULA puede resumirse en los siguientes pasos:

1.1. Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos.

Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares.

1.2. Seleccionar las posturas que se evaluarán

Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor

desviación respecto a la posición neutra.

1.3. Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho

En caso de duda se analizarán los dos lados.

1.4. Tomar los datos angulares requeridos

Pueden tomarse fotografías desde los puntos de vista adecuados para realizar las mediciones. Para esta tarea puedes emplear el software RULER, la herramienta de Ergonautas para medir ángulos sobre fotografías

1.5. Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo

Empleando la tabla correspondiente a cada miembro.

1.6. Obtener las puntuaciones parciales y finales del método para determinar la existencia de riesgos y establecer el Nivel de Actuación.

1.7. Si se requieren, determinar qué tipo de medidas deben adoptarse

Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones.

1.8. Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario.

1.9. En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el software RULER para comprobar la efectividad de la mejora.

EVALUACIÓN DEL GRUPO A

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

A. Puntuación del brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su grado de flexión/extensión. Para ello se medirá el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco. La Figura 7 muestra los diferentes grados de flexión/extensión considerados por el método. La puntuación del brazo se obtiene mediante la Tabla 4.

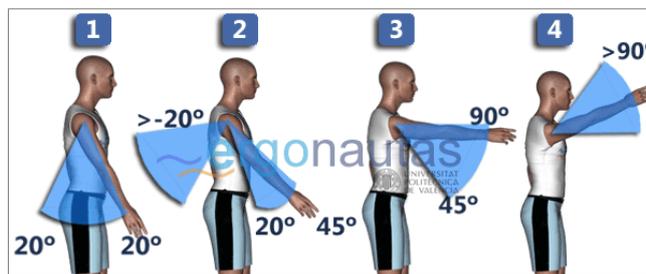


Figura 7. RULA, puntuación del brazo.

Tabla 4

Puntuaciones de extensión y flexión del brazo.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del brazo. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido (separado del tronco en el plano sagital) o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo sobre el que descansa el brazo del trabajador mientras desarrolla la tarea, la puntuación del brazo disminuye en un punto. Si no ocurre ninguna de estas circunstancias la puntuación del brazo no se modifica. Para obtener la puntuación del brazo puede consultarse la Figura 8 y Tabla 5.

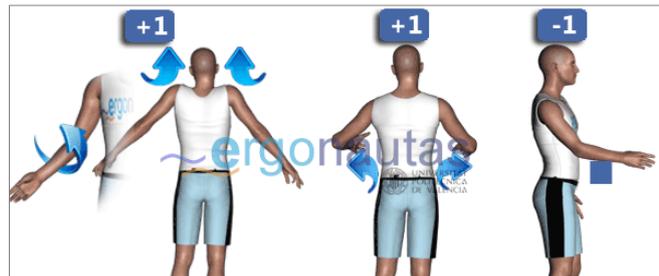


Figura 8. RULA, modificación de la puntuación del brazo.

Tabla 5

Modificación de la puntuación del brazo.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

B. Puntuación del antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo (Figura 9). La Figura 10 muestra los intervalos de flexión considerados por el método. La puntuación del antebrazo se obtiene mediante la Tabla 6.



Figura 9. RULA, ángulo de flexión del eje del antebrazo y el eje del brazo.

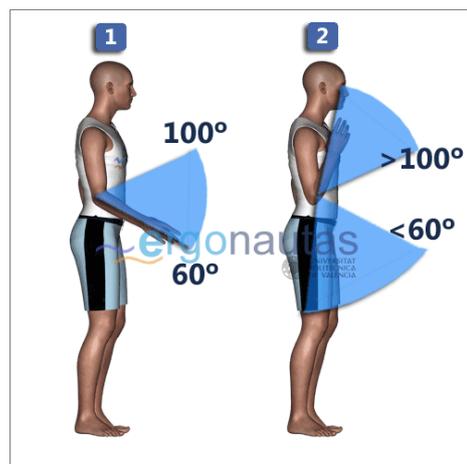


Figura 10. RULA, Medición del ángulo del antebrazo.

Tabla 6

Puntuación del antebrazo.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

La puntuación así obtenida valora la flexión del antebrazo. Esta puntuación se aumentará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo (Figura 11). Ambos casos son excluyentes, por lo que como máximo se aumentará un punto la puntuación inicial del antebrazo. La Tabla 7 muestra los incrementos a aplicar.



Figura 11. RULA, Modificación de la puntuación del antebrazo.

Tabla 7

Modificación de la puntuación del antebrazo.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

C. Puntuación de la muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. La Figura 12 muestra las referencias para

realizar la medición. La puntuación de la muñeca se obtiene mediante la Tabla 8.



Figura 12. RULA, Medición del ángulo de la muñeca.

Tabla 8

Puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$	2
Flexión o extensión $> 15^\circ$	3

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión de la muñeca. Esta puntuación se aumentará en un punto si existe desviación radial o cubital (Figura 13). Ambos casos son excluyentes, por lo que como máximo se aumentará un punto la puntuación inicial de la muñeca. La Tabla 9 muestra el incremento a aplicar.



Figura 13. RULA, Modificación de la puntuación de la muñeca.

Tabla 9

Modificación de la puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación
Desviación radial	+1
Desviación cubital	+1

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Una vez obtenida la puntuación de la muñeca se valorará el giro de la misma. Este nuevo valor será independiente y no se añadirá a la puntuación anterior, si no que servirá posteriormente para obtener la valoración global del Grupo A. Se trata de valorar el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo). Si no existe pronación/supinación o su grado es medio se asignará una puntuación de 1; si el grado es extremo la puntuación será 2 (Figura 14 y Tabla 10).



Figura 14. RULA, Puntuación del giro de muñeca.

Tabla 10

Puntuación del giro de la muñeca.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

EVALUACIÓN DEL GRUPO B

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

A. Puntuación del cuello

La puntuación del cuello se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. La Figura 15 muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación del cuello se obtiene mediante la Tabla 11.

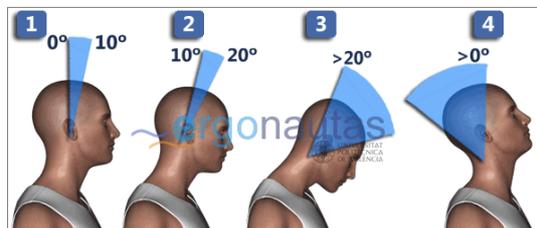


Figura 15. RULA, Medición del ángulo del cuello.

Tabla 11

Puntuación del cuello.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del cuello. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza. Ambas circunstancias pueden ocurrir simultáneamente, por lo que la puntuación del cuello puede aumentar hasta en dos puntos. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del cuello no se modifica. Para obtener la puntuación definitiva del cuello puede consultarse la Figura 16 y Tabla 12.



Figura 16. RULA, Modificación de la puntuación del cuello.

Tabla 12

Modificación de la puntuación del cuello.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

B. Puntuación del tronco

La puntuación del tronco dependerá de si el trabajador realiza la tarea sentado o de pie. En este último caso la puntuación dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical. La Figura 17 muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación del tronco se obtiene mediante la Tabla 13.

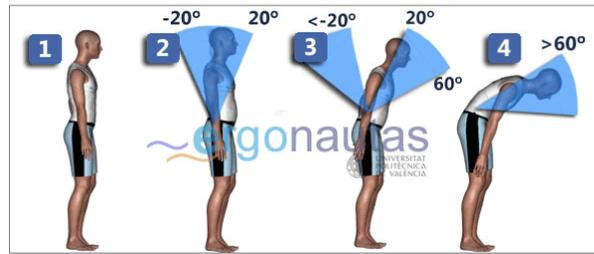


Figura 17. RULA, Medición del ángulo del tronco.

Tabla 13

Puntuación del tronco.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del tronco. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco. Ambas circunstancias pueden ocurrir simultáneamente, por lo que la puntuación del tronco puede aumentar hasta en dos puntos Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del tronco no se modifica. Para obtener la puntuación definitiva del tronco puede consultarse la Figura 18 y Tabla 14.



Figura 18. RULA, Medición del ángulo del tronco.

Tabla 14

Modificación de la puntuación del tronco.

Posición	Puntuación
Tronco rotado	1
Tronco con inclinación lateral	2

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

C. Puntuación de las piernas

La puntuación de las piernas dependerá de la distribución del peso entre ellas, los apoyos existentes y si la posición es sedente. La puntuación de las piernas se obtiene mediante la Figura 19 y Tabla 15.

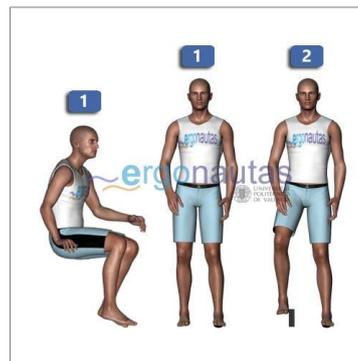


Figura 19. RULA, Puntuación de las piernas.

Tabla 15

Puntuación de las piernas.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

PUNTUACIÓN DE LOS GRUPOS A y B

Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman los Grupos A y B se calculará las puntuaciones globales de cada Grupo. Para obtener la puntuación del Grupo A se empleará la Tabla 16, mientras que para la del Grupo B se utilizará la Tabla 17.

Tabla 16
Puntuación del Grupo A.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Tabla 17
Puntuación del Grupo B.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

PUNTUACIÓN FINAL

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

La puntuación de los Grupos A y B se incrementarán en un punto si la actividad es básicamente estática (la postura se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considerará actividad dinámica y las puntuaciones no se modificarán (Tabla 18).

Por otra parte se incrementarán las puntuaciones anteriores en función de las fuerzas ejercidas. La Tabla 19 muestra el incremento en función de la carga soportada o fuerzas ejercidas.

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

Las puntuaciones C y D permiten obtener la puntuación final del método empleando la Tabla 20. Ésta puntuación final global para la tarea oscilará entre 1 y 7, siendo mayor cuanto más elevado sea el riesgo.

Tabla 18

Puntuación por tipo de actividad.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Tabla 19

Puntuación por carga o fuerzas ejercidas.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Tabla 20
Puntuación final RULA.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Nota:

Si la puntuación D es mayor que 7 se empleará la columna 7.

NIVEL DE ACTUACIÓN

Obtenida la puntuación final, la Tabla 21 propone diferentes niveles de actuación sobre el puesto. Puntuaciones entre 1 y 2 indican que el riesgo de la tarea resulta aceptable y que no son precisos cambios. Puntuaciones entre 3 y 4 indican que es necesario un estudio en profundidad del puesto porque pueden requerirse cambios. Puntuaciones entre 5 y 6 indican que los cambios son necesarios y 7 indica que los cambios son urgentes. Las puntuaciones de cada miembro y grupo, así como las puntuaciones de fuerza y actividad muscular, indicarán al evaluador los aspectos en los que actuar para mejorar el puesto.

Finalmente, la Figura 20 resume el proceso de obtención del Nivel de Actuación en el método Rula.

Tabla 21

Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>



Figura 20. RULA, Esquema de puntuaciones.

2.3.2.2. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

El método REBA evalúa posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es necesario seleccionar aquellas posturas que serán evaluadas de entre las que adopta el trabajador en el puesto. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra. Para ello, el primer paso consiste en la observación de las tareas que desempeña el trabajador. Se observarán varios ciclos de trabajo y se determinarán las posturas que se evaluarán. Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden

realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura.

Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas por el trabajador son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto a determinadas referencias). Estas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador mediante transportadores de ángulos, electrogoniómetros, o cualquier dispositivo que permita la toma de datos angulares. También es posible emplear fotografías del trabajador adoptando la postura estudiada y medir los ángulos sobre éstas. Si se utilizan fotografías es necesario realizar un número suficiente de tomas desde diferentes puntos de vista (alzado, perfil, vistas de detalle...). Es muy importante en este caso asegurarse de que los ángulos a medir aparecen en verdadera magnitud en las imágenes, es decir, que el plano en el que se encuentra el ángulo a medir es paralelo al plano de la cámara (Figura 21). Para esta tarea se puede emplear el software RULER, la herramienta de Ergonautas que se utiliza para medir ángulos sobre fotografías y cuya mayor descripción se aprecia en el ítem 2.3.3.

El método REBA debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado. El evaluador experto puede elegir a priori el lado que aparentemente esté sometido a mayor carga postural, pero en caso de duda es preferible analizar los dos lados.

REBA divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye piernas, tronco y cuello y el Grupo B, que comprende los miembros superiores como brazos, antebrazos y muñecas (Figura 22).

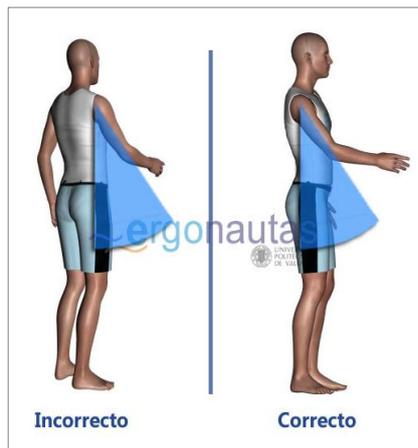


Figura 21. REBA, Medición de ángulos en REBA.



Figura 22. REBA, Grupos de miembros en REBA.

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

El valor final proporcionado por el método REBA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones musculoesqueléticas. El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación propuestos van del nivel 0, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4, que indica la necesidad urgente de cambios en la actividad (Diego-Mas, 2015).

APLICACIÓN DEL MÉTODO

El procedimiento para aplicar el método REBA puede resumirse en los siguientes pasos:

1.1.Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos.

Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares.

1.2.Seleccionar las posturas que se evaluarán.

Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.

1.3.Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho.

En caso de duda se analizarán los dos lados.

1.4.Tomar los datos angulares requeridos.

Pueden tomarse fotografías desde los puntos de vista adecuados para realizar las mediciones. Para esta tarea se puede emplear el software RULER, la herramienta de Ergonautas para medir ángulos sobre fotografías.

1.5.Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo.

Empleando la tabla correspondiente a cada miembro.

1.6.Obtener las puntuaciones parciales y finales del método para determinar la existencia de riesgos y establecer el Nivel de Actuación.

1.7.Si se requieren, determinar qué tipo de medidas deben adoptarse.

Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones.

1.8. Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario.

1.9. En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método REBA para comprobar la efectividad de la mejora.

EVALUACIÓN DEL GRUPO A

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

A. Puntuación del tronco

La puntuación del tronco dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical. La Figura 23 muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación del tronco se obtiene en la Tabla 22.

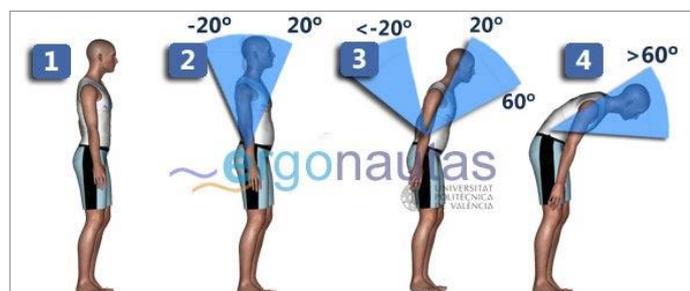


Figura 23. REBA, Medición de ángulo del tronco.

Tabla 22

Puntuación del tronco.

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del tronco. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del tronco no se modifica. Para obtener la puntuación definitiva del tronco puede consultarse la Tabla 23 y la Figura 24.



Figura 24. REBA, Modificación de la puntuación del tronco.

Tabla 23

Modificación de la puntuación del tronco.

Posición	Puntuación
Tronco con inclinación lateral o rotación	1

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

B. Puntuación del cuello

La puntuación del cuello se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Se consideran tres posibilidades: flexión de cuello menor de 20°, flexión mayor de 20° y extensión. La Figura 25 muestra las puntuaciones a asignar en función de la posición de la cabeza. Además, la puntuación del cuello puede obtenerse mediante la Tabla 24.

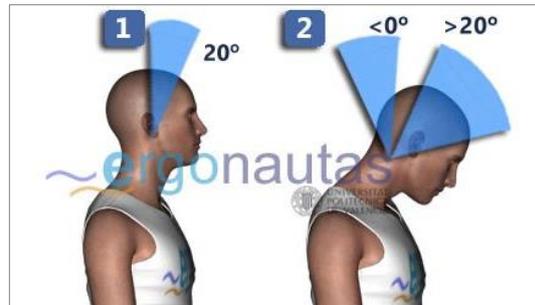


Figura 25. REBA, Medición del ángulo del cuello.

Tabla 24

Puntuación del cuello.

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del cuello. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del cuello no se modifica. Para obtener la puntuación definitiva del cuello puede consultarse la Tabla 25 y la Figura 26.



Figura 26. REBA, Modificación de la puntuación del cuello.

Tabla 25

Modificación de la puntuación del cuello.

Posición	Puntuación
Cabeza rotada o con inclinación lateral	+1

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

C. Puntuación de las piernas

La puntuación de las piernas dependerá de la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes. La puntuación de las piernas se obtiene mediante la Tabla 26 y la Figura 27.



Figura 27. REBA, Puntuación de las piernas.

Tabla 26

Puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

La puntuación de las piernas se incrementará si existe flexión de una o ambas rodillas (Tabla 27 y Figura 28). El incremento podrá ser de hasta 2 unidades si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado no existe flexión y por tanto no se incrementará la puntuación de las piernas.

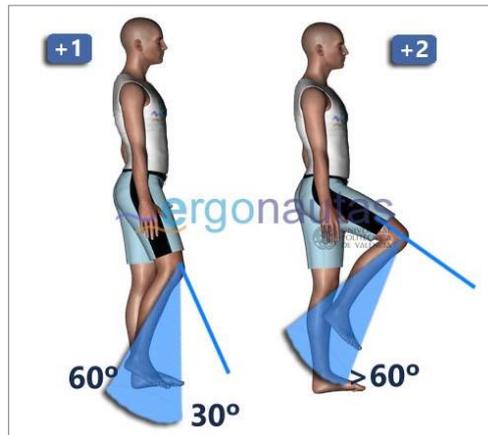


Figura 28. REBA, Incremento de la puntuación de las piernas.

Tabla 27

Incremento de la puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación
Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°	1
Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)	2

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

EVALUACIÓN DEL GRUPO B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Así pues, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro. Dado que el método evalúa sólo una parte del cuerpo (izquierda o derecha), los datos del Grupo B deben recogerse sólo de uno de los dos lados.

A. Puntuación del brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión, midiendo el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco. La Figura 29 muestra los

diferentes grados de flexión/extensión considerados por el método. La puntuación del brazo se obtiene mediante la Tabla 28.

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

Por otra parte, se considera una circunstancia que disminuye el riesgo, disminuyendo en tal caso la puntuación inicial del brazo, la existencia de puntos de apoyo para el brazo o que éste adopte una posición a favor de la gravedad. Un ejemplo de esto último es el caso en el que, con el tronco flexionado hacia delante, el brazo cuelga verticalmente. Para obtener la puntuación definitiva del brazo puede consultarse la Tabla 29 y la Figura 30.

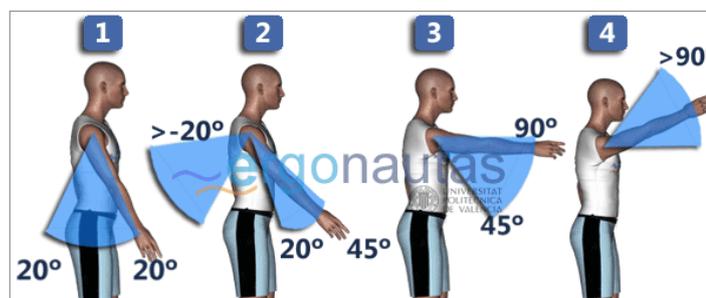


Figura 29. REBA, Medición del ángulo del brazo.

Tabla 28
Puntuación del brazo.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

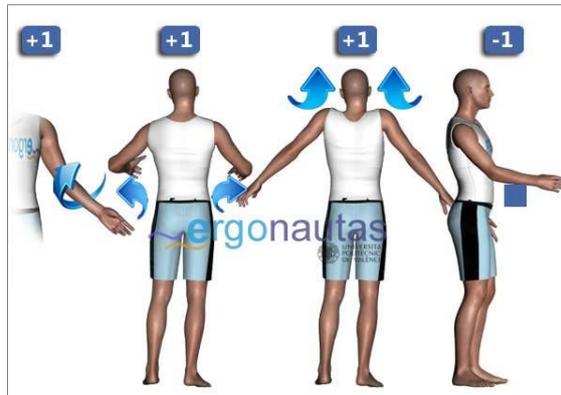


Figura 30. REBA, Modificación de la puntuación del brazo.

Tabla 29

Modificación de la puntuación del brazo.

Posición	Puntuación
Brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

B. Puntuación del antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo (Figura 31).

La Figura 32 muestra los intervalos de flexión considerados por el método. La puntuación del antebrazo se obtiene mediante la Tabla 30.

La puntuación del antebrazo no será modificada por otras circunstancias adicionales siendo la obtenida por flexión la puntuación definitiva.



Figura 31. REBA, ángulo de flexión del eje del antebrazo y el eje del brazo.

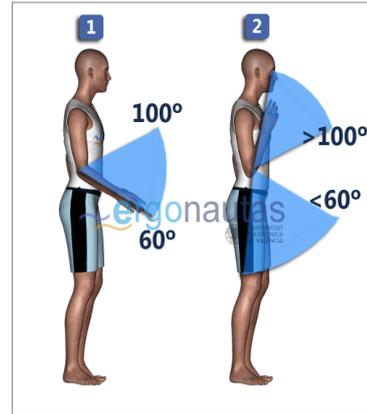


Figura 32. REBA, Medición del ángulo del antebrazo.

Tabla 30

Puntuación del antebrazo.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

C. Puntuación de la muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. La Figura 33 muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación de la muñeca se obtiene en la Tabla 31.



Figura 33. REBA, Medición de la puntuación de la muñeca.

Tabla 31

Puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$	1
Flexión o extensión $> 15^\circ$	2

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión de la muñeca. Esta puntuación se aumentará en un punto si existe desviación radial o cubital de la muñeca o presenta torsión (Figura 34). La Tabla 32 muestra el incremento a aplicar.



Figura 34. REBA, Modificación de la puntuación de la muñeca.

Tabla 32

Modificación de la puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación
Torsión o Desviación radial o cubital	+1

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

PUNTUACIÓN DE LOS GRUPOS A Y B

Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman el Grupo A y Grupo B se calculará las puntuaciones globales de cada Grupo. Para obtener la puntuación del Grupo A se empleará la Tabla 33, mientras que para la del Grupo B se utilizará la Tabla 34.

Tabla 33
Puntuación del Grupo A.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

Tabla 34
Puntuación del Grupo B.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

PUNTUACIONES PARCIALES

Las puntuaciones globales de los Grupos A y B consideran la postura del trabajador. A continuación se valorarán las fuerzas ejercidas durante su adopción para modificar la puntuación del Grupo A, y el tipo de agarre de objetos para modificar la puntuación del Grupo B.

La carga manejada o la fuerza aplicada modificarán la puntuación asignada al Grupo A (tronco, cuello y piernas), excepto si la carga no supera los 5 kilogramos de peso, caso en el que no se incrementará la puntuación. La Tabla 35 muestra el incremento a aplicar en función del peso de la carga. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad más a la puntuación anterior (Tabla 36). En adelante la puntuación del Grupo A, incrementada por la carga o fuerza, se denominará **Puntuación A**.

La calidad del agarre de objetos con la mano aumentará la puntuación del Grupo B, excepto en el caso de que la calidad del agarre sea buena o no existan agarres. La Tabla 37 muestra los incrementos a aplicar según la calidad del agarre y la Tabla 38 muestra ejemplos para clasificar la calidad del agarre. La puntuación del Grupo B modificada por la calidad del agarre se denominará **Puntuación B**.

Tabla 35

Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.

Posición	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

Tabla 36

Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas.

Posición	Puntuación
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	+1

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

Tabla 37

Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio.	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable.	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.	+3

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

Tabla 38

Ejemplos de agarres y su calidad.

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	Son los llevados a cabo con contenedores de diseño óptimo con asas o agarraderas, o aquellos sobre objetos sin contenedor que permitan un buen asimiento y en el que las manos pueden ser bien acomodadas alrededor del objeto.	
Regular	Es el llevado a cabo sobre contenedores con asas a agarraderas no óptimas por ser de tamaño inadecuado, o el realizado sujetando el objeto flexionando los dedos 90°.	
Malo	El realizado sobre contenedores mal diseñados, objetos voluminosos a granel, irregulares o con aristas, y los realizados sin flexionar los dedos manteniendo el objeto presionando sobre sus laterales.	

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

PUNTUACIÓN FINAL

Las puntuaciones de los Grupos A y B han sido modificadas dando lugar a la Puntuación A y a la Puntuación B respectivamente. A partir de estas dos puntuaciones, y empleando la Tabla 39, se obtendrá la Puntuación C

Tabla 39
REBA, Puntuación C.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

Finalmente, para obtener la Puntuación Final, la Puntuación C recién obtenida se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea. Los tres tipos de actividad considerados por el método no son excluyentes y por tanto la Puntuación Final podría ser superior a la Puntuación C hasta en 3 unidades (Tabla 40).

Tabla 40

Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular.

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

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

NIVEL DE ACTUACIÓN

Obtenida la puntuación final, se proponen diferentes Niveles de Actuación sobre el puesto. El valor de la puntuación obtenida será mayor cuanto mayor sea el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15, indica riesgo muy elevado por lo que se debería actuar de inmediato. Se clasifican las puntuaciones en 5 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención. La Tabla 41 muestra los Niveles de Actuación según la puntuación final.

Tabla 41

Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación.
2 a 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy Alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Fuente: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

Finalmente, la Figura 35 resume el proceso de obtención del Nivel de Actuación en el método REBA.

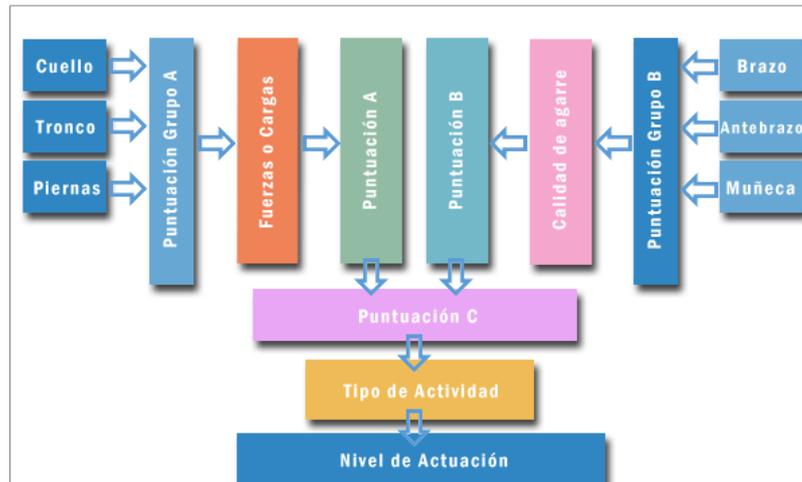


Figura 35. REBA, Esquema de puntuaciones.

Es importante mencionar que la Universidad Politécnica de Valencia, a través de su web Ergonautas (<https://www.ergonautas.upv.es/>), ha desarrollado un software online gratuito y público y con posterior suscripción económica, que otorga un soporte para la evaluación de métodos de evaluación ergonómica (Diego-Mas, 2015).

2.3.3. Medición de ángulos en fotografías

La aplicación de muchos métodos de evaluación ergonómica requiere la medición sobre el trabajador de determinadas dimensiones. Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas por el trabajador son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto a determinadas referencias).

Con la finalidad de realizar las mediciones angulares sobre fotografías para los métodos ergonómicos RULA y REBA, se ha utilizado el software *RULER*, que es la herramienta de *Ergonautas*, desarrollada por la Universidad Politécnica de Valencia. Este software permite realizar la medición de ángulos sobre fotografías en diferentes miembros del cuerpo (Ergonautas, 2019).

2.4.Procedimiento

2.4.1. Evaluación por criticidad por la matriz de riesgos

Para elaborar la matriz de riesgos, primero se define las actividades que se realizan en cada puesto de trabajo.

Como segundo paso; se determina la “probabilidad de amenaza” y “magnitud del daño”. Para establecer la “Magnitud del daño” se especifica si el daño que puede sufrir el operario es insignificante (1), baja (2), mediana (3) o alta (4). Así mismo, para determinar la “probabilidad de amenaza”, se cuantifica la probabilidad de que esta lesión pueda ocurrir (valores del 1 al 4).

Posteriormente, se relaciona la “probabilidad de amenaza” con la “magnitud del daño”; es decir, se multiplica estos valores, determinando así el valor del “Riesgo”.

Finalmente, el valor del “Riesgo” es comparado en la Tabla de Riesgos (Figura 4), para consecutivamente obtener el “Nivel de Riesgo”.

2.4.2. Selección de métodos ergonómicos

De la matriz de riesgos se identificaron las actividades con nivel de riesgo “alto”. Las actividades de Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora, del Puesto de Trabajo de Habilidadado; y Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina

y guardas, del Puesto de Trabajo de Soldadura fueron las actividades con nivel de riesgo "alto", por tanto son las actividades seleccionadas para la evaluación con los métodos ergonómicos adecuados.

Para evaluar las actividades críticas, se ha determinado que la actividad de Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora, se evaluará utilizando el método ergonómico de RULA y la actividad de Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas, se evaluará con el método ergonómico de REBA.

En la tabla siguiente se describe los puestos de trabajo críticos con nivel de riesgo "alto", así como los métodos de análisis ergonómicos aplicados:

Tabla 42

Puestos críticos y métodos de evaluación a utilizar.

Puestos críticos	Actividades	Método RULA	Método REBA
Habilitado	Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora	X	
Soldadura	Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas		X

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.4.3. Evaluación con el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

El procedimiento para aplicar el método RULA se resume en los siguientes pasos:

1. Determinar los ciclos de trabajo del trabajador (operario) y observar al mismo trabajador durante varios de estos ciclos.

Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares.

2. Seleccionar las posturas que se evaluarán

Se seleccionarán las posturas que, a priori, supongan una mayor carga

postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.

3. Determinar si se evaluará el lado izquierdo o derecho del cuerpo

Determinar si se realizará la evaluación en el lado derecho o izquierdo del cuerpo del trabajador, tanto del Grupo A (brazos, antebrazos y muñecas) como del Grupo B (cuello, tronco y piernas). En caso de duda es preferible analizar los dos lados del cuerpo.

4. Tomar los datos angulares requeridos

En esta actividad se emplea las fotografías realizadas al trabajador (Operario). Para tomar los datos angulares, se emplea el software RULER, la herramienta de Ergonautas para medir ángulos en fotografías

5. Determinar las puntuaciones

Empleando las tablas correspondientes para cada miembro, se determinará la puntuación del lado derecho e izquierdo del Grupo A. Así mismo, se determinará la puntuación del Grupo B, en el orden correspondiente:

1°. En el Grupo A, determinar la puntuación en forma independiente de los lados izquierdo y derecho de:

- La posición del brazo
- La posición del antebrazo
- La posición de la muñeca

2°. En el Grupo B, determinar la:

- Puntuación de la posición del tronco
- Puntuación de la posición del cuello
- Puntuación de la posición de las piernas

3°. Determinar la puntuación total del Grupo A y Grupo B

Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman el Grupo A y Grupo B, se calculará las puntuaciones totales de cada Grupo.

Para obtener la puntuación del Grupo A se empleará la Tabla 15, siendo el resultado la intercepción de filas y columnas de la matriz de puntuaciones de brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca.

Para obtener la puntuación del Grupo B se empleará la Tabla 16, siendo el resultado la intercepción de filas y columnas de la matriz de puntuaciones de cuello, tronco y piernas.

4°. Determinar la puntuación de:

- Tipo de actividad, y
- Carga o fuerzas ejercidas

5°. Determinar la puntuación C y D

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

6. Determinar la Puntuación final, riesgo y nivel de actuación

A partir de las puntuaciones de C y D, se obtiene la puntuación final RULA.

Con la puntuación final se obtiene el Nivel, Riesgo y Actuación; tanto del lado Derecho e Izquierdo del cuerpo del trabajador (Tabla 20).

2.4.4. Evaluación con el método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

El procedimiento para aplicar el método REBA se resume en los siguientes pasos:

1. Determinar los ciclos de trabajo del trabajador (operario) y observar al mismo trabajador durante varios de estos ciclos.

Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares.

2. Seleccionar las posturas que se evaluarán

Se seleccionarán las posturas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.

3. Determinar si se evaluará el lado izquierdo o derecho del cuerpo

Determinar si se realizará la evaluación en el lado derecho o izquierdo del cuerpo del trabajador, tanto del Grupo A (tronco, cuello y piernas) como del Grupo B (brazos, antebrazos y muñecas). En caso de duda es preferible analizar los dos lados del cuerpo.

4. Tomar los datos angulares requeridos

En esta actividad se emplea las fotografías realizadas al trabajador (Operario).

Para tomar los datos angulares, se emplea el software RULER, la herramienta de Ergonautas para medir ángulos en fotografías

5. Determinar las puntuaciones

Empleando las tablas correspondientes para cada miembro, se determinará la puntuación del Grupo A. Así mismo, se determinará la puntuación del lado derecho e izquierdo del Grupo B, en el orden correspondiente:

1°. En el Grupo A, determinar:

- La puntuación de la posición del tronco

- La puntuación de la posición del cuello
 - La Puntuación de la posición de las piernas
- 2°. En el Grupo B, determinar la puntuación en forma independiente de los lados izquierdo y derecho de:
- La posición del brazo
 - La posición del antebrazo
 - La posición de la muñeca
- 3°. Determinar la puntuación total del Grupo A y Grupo B
- Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman el Grupo A y Grupo B, se calculará las puntuaciones totales de cada Grupo.
- Para obtener la puntuación del Grupo A se empleará la Tabla 32, siendo el resultado la intercepción de filas y columnas de la matriz de puntuaciones de tronco, cuello y piernas.
- Para obtener la puntuación del Grupo B se empleará la Tabla 33, siendo el resultado la intercepción de filas y columnas de la matriz de puntuaciones de brazo, antebrazo y muñeca.
- 4°. Determinar la puntuación de:
- Carga o fuerzas ejercidas
 - Cargas o fuerzas bruscas
 - Calidad de agarre
- 5°. Determinar la puntuación A y B
- Las puntuaciones de los Grupos A y B, incrementadas por las puntuaciones de cargas o fuerzas ejercidas, cargas o fuerzas bruscas y

calidad de agarre; pasarán a denominarse puntuaciones A y B respectivamente.

6°. Determinar la puntuación C

Para obtener la puntuación C, se empleará la Tabla 38, siendo el resultado la intercepción de filas y columnas de la matriz de Puntuación A y Puntuación B.

7°. Determinar la puntuación de tipo de actividad muscular

Se determina la puntuación de tipo de actividad muscular, según tabla 39.

Así mismo, se calcula si existe incremento en la puntuación.

6. Determinar la Puntuación final, riesgo y nivel de actuación

A partir de la Puntuación C más Puntuación de actividad muscular, se obtiene la puntuación final.

Con la puntuación final, se obtiene el Nivel, Riesgo y Actuación; tanto del lado Derecho e Izquierdo del cuerpo del trabajador (Tabla 40).

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Evaluación por criticidad por la matriz de riesgos

Con la finalidad de elaborar la matriz de riesgos, primero se ha definido el conjunto de actividades en cada puesto de trabajo, según proceso.

En total, se definieron 19 actividades en las áreas de Habilidad, Soldadura, Maestranza y Ensamblado; las cuales han sido analizadas para identificar los puestos críticos. Las actividades fueron determinadas en conjunto con el Supervisor de la Empresa, tal como se muestra a continuación:

Tabla 43

Descripción de actividades, según puesto de trabajo y proceso.

Puesto de trabajo	Proceso	Descripción de actividades
HABILITADO	Corte de placas metálicas	1. Selección de materia prima
		2. Traslado de la materia prima a la mesa de trazado
		3. Medida de la materia prima
		4. Trazado de la materia prima
		5. Traslado de materia prima a mesa de corte
		6. Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora
	Doblaje de placas metálicas	7. Pulido de filos cortados
		8. Doblaje de materia prima
		9. Inspección de perfiles doblados
	Armado de bases	10. Traslado de materia prima a mesa de armado
		11. Apuntalado de estructuras
SOLDADURA	Soldado de piezas y estructuras	12. Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas
		13. Pulido y limpieza de soldadura de piezas
		14. Pulido de materia prima con químicos
MAESTRANZA	Mecanizado de piezas	15. Limpieza de piezas y colocado en el torno
		16. Mecanizado de piezas
ENSAMBLADO	Montaje de las estructuras	17. Armado de piezas soldadas y accesorios
	Colocado de motor	18. Montado de tablero eléctrico
		19. Probar e inspeccionar

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Posteriormente, habiendo determinado el Nivel de riesgo para cada actividad, se identificaron dos (02) actividades con nivel de riesgo “alto”.

Las dos (02) actividades con nivel de riesgo “alto” están representadas por:

- Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora, del Puesto de Trabajo de Habilidad; y
- Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas, del Puesto de Trabajo de Soldadura.

En la Tabla 43 se puede observar las actividades en los puestos de trabajo de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C; así como el respectivo nivel de riesgo para cada una de las actividades.

Tabla 44

Nivel de riesgo en los puestos de trabajo, según proceso.

Puesto de trabajo	Proceso	Descripción de actividades	Probabilidad de amenaza	Magnitud del daño	Riesgo	Nivel de Riesgo	Efectos en la salud por la continuidad de la actividad
HABILITADO	Corte de placas metálicas	1. Selección de materia prima	2	3	6	Bajo Riesgo	
		2. Traslado de la materia prima a la mesa de trazado	3	3	9	Medio Riesgo	
		3. Medida de la materia prima	2	2	4	Bajo Riesgo	
		4. Trazado de la materia prima	2	2	4	Bajo Riesgo	
		5. Traslado de materia prima a mesa de corte	3	3	9	Medio Riesgo	
		6. Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora	3	4	12	Alto Riesgo	Epicondilitis (codo de tenista) Síndrome del túnel carpiano Tendinitis Entumecimiento Distensión Dolor. Espasmo muscular Lesiones discales/Lumbalgias
	Doblaje de placas metálicas	7. Pulido de filos cortados	2	2	4	Bajo Riesgo	
		8. Doblaje de materia prima	3	3	9	Medio Riesgo	
		9. Inspeccion de perfiles doblados	2	2	4	Bajo Riesgo	
	Armado de bases	10. Traslado de materia prima a mesa de armado	2	3	6	Bajo Riesgo	
		11. Apuntalado de estructuras	3	3	9	Medio Riesgo	
SOLDADURA	Soldado de piezas y estructuras	12. Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas	3	4	12	Alto Riesgo	Epicondilitis (codo de tenista) Síndrome del túnel carpiano Tendinitis Entumecimiento/Distensión Lesiones discales/Lumbalgias Dolor. Espasmo muscular
		13. Pulido y limpieza de soldadura de piezas	3	3	9	Medio Riesgo	
		14. Pulido de materia prima con químicos	2	4	8	Medio Riesgo	
MAESTRANZA	Mecanizado de piezas	15. Limpieza de piezas y colocado en el torno	2	2	4	Bajo Riesgo	
		16. Mecanizado de piezas	2	2	4	Bajo Riesgo	
ENSAMBLADO	Montaje de las estructuras	17. Armado de piezas soldadas y accesorios	2	2	4	Bajo Riesgo	
	Colocado de motor	18. Montado de tablero electrico	2	2	4	Bajo Riesgo	
		19. Probar e inspeccionar	2	2	4	Bajo Riesgo	

Fuente: Elaboración propia, 2019

3.2. Identificación de factores de riesgo ergonómico

Los factores de riesgos presentes en las actividades desarrolladas por el personal operativo de los Puestos de Trabajo de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales SAC, fueron identificados durante el acompañamiento al personal operario en la jornada laboral, así como en las diversas fotografías y videos realizados en el desarrollo de las tareas.

Los sobreesfuerzos realizados por el personal operario pueden producir trastornos o lesiones músculo-esqueléticos, originadas fundamentalmente por manipulación manual de cargas, sobre esfuerzos (aplicación de fuerza), posturas de trabajo (posturas forzadas) y movimientos repetitivos.

Los factores de riesgo identificados, según Puesto de trabajo son los siguientes:

Tabla 45

Factores de Riesgo, según Puestos de Trabajo en SERMEIND Fabricaciones Industriales SAC. 2019.

Puestos de Trabajo	Factor de riesgo	Actividad	Descripción
	Manipulación manual de carga	<ul style="list-style-type: none"> - Traslado de la materia prima a la mesa de trazado. - Traslado de materia prima a mesa de corte 	Existe manipulación manual de carga por parte del Operario, cuando realiza el traslado de la materia prima (planchas de acero) a la mesa de trabajo para realizar los respectivos trazados o cuando el Operario realiza el traslado de la materia prima trazada a la mesa de corte.
Habilitado	Posturas forzadas	<ul style="list-style-type: none"> - Medida de la materia prima. - Trazado de la materia prima. 	Al realizar la medida o trazado de la materia prima, el Operario realiza posturas forzadas de tronco y brazos, producto de los estiramientos que realiza el Operario en la mesa de trabajo.
		<ul style="list-style-type: none"> - Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora. 	En el corte de materia prima con amoladora, el Operario efectúa posturas forzadas de brazo, antebrazo, muñeca, tronco y cuello.
	Sobre esfuerzos	<ul style="list-style-type: none"> - Doblaje de materia prima 	Al realizar la actividad de doblaje de placas metálicas, aun cuando se realiza con máquinas especializadas; se realizan sobre esfuerzos de brazos y muñecas por parte del personal Operario.

Tabla 45

Factores de Riesgo, según Puestos de Trabajo de SERMEIND. 2019.

Continuación...

Soldadura	Posturas forzadas	- Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas.	En el soldado de piezas, el operario realiza posturas forzadas de tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo y muñeca.
	Movimientos repetitivos	- Pulido y limpieza de soldadura de piezas. - Pulido de materia prima con químicos.	Se realiza los movimientos repetitivos al realizar el pulido, y limpieza de las piezas soldadas, así como el pulido de las piezas con químicos.
Maestranza	Posturas forzadas	- Mecanizado de piezas	En el mecanizado de piezas (torneado de piezas), el operario realiza posturas forzadas de brazo, antebrazo y muñeca.
Ensamblado	Posturas forzadas	- Armado de piezas soldadas y accesorios.	En el ensamblado de piezas, el operario realiza posturas forzadas de tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo y muñeca.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.3.Evaluación de carga postural-método RULA:

A continuación se presenta la evaluación realizada al Operario 1 del Puesto de Trabajo de Habilidad de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales SAC, que realiza la actividad de Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora.

El resultado de la evaluación es Riesgo ALTO y MUY ALTO en la parte derecha e izquierda del Operario, respectivamente. Por tanto, se requieren el rediseño de la tarea o cambios urgentes en la tarea.

Datos de la Evaluación

Información del puesto

Identificador del puesto: Habilidadado

Empresa: SERMEIND FABRICACIONES INDUSTRIALES S.A.C.

Departamento/Área: Habilidadado

Sección:

Descripción: Habilidadado de piezas y estructuras.

Información del trabajador

Nombre/Identificador: Op1-Habilidadado *Edad:* 53 años

Antigüedad en el puesto: 05 años *Sexo:* Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 8 horas

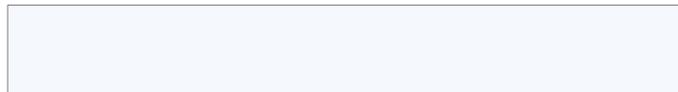
Duración de la jornada laboral: 8 horas

Información de la evaluación

Evaluador: Br. Santos Gutierrez Llanos

Fecha de la evaluación: 30/11/2019 10:15

Firma del evaluador:



Introducción

La evaluación ergonómica tiene por objeto detectar el nivel de presencia, en los puestos evaluados, de factores de riesgo para la aparición, en los trabajadores que los ocupan, de problemas de salud de tipo disergonómico.

Esta evaluación se centrará en la determinación del nivel de riesgo de la tarea por carga postural que supere los límites recomendables. Para llevarla a cabo se empleará el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment).

El método RULA evalúa la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo. Para la evaluación del riesgo se consideran en el método la postura adoptada, la duración y frecuencia de ésta y las fuerzas ejercidas cuando se mantiene.

Para una determinada postura RULA, se obtendrá una puntuación a partir de la cual se establece un determinado Nivel de Actuación. El Nivel de Actuación indicará si la postura es aceptable o en qué medida son necesarios cambios o rediseños en el puesto. En definitiva, RULA permite al evaluador detectar posibles problemas ergonómicos derivados de una excesiva carga postural.

RULA divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el Grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

La presente evaluación corresponde al Operario 1 del puesto de trabajo de Habilitado de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C. El método utilizado es la metodología RULA, realizando la división del cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye los brazos, antebrazos y muñecas y el Grupo B, que comprende piernas, el tronco y el cuello.

Para realizar la evaluación, se ha utilizado como soporte los videos y capturas fotográficas realizadas en el Taller de metal mecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C.

Imágenes de la Evaluación



Figura 36. Medición de flexión del brazo derecho.

Figura 37. Medición de flexión del antebrazo derecho.



Figura 38. Medición de flexión del brazo izquierdo.



Figura 39. Medición de flexión del antebrazo izquierdo.



Figura 40. Posición de brazo izquierdo abducido.



Figura 41. Medición de flexión del tronco.



Figura 42. Medición de flexión del cuello.

Datos de la Evaluación Ergonómica

Características de la postura evaluada

El método de evaluación de la carga postural RULA evalúa posturas individuales. Tras la observación de las tareas desempeñadas por el trabajador durante varios ciclos de trabajo, se determinó evaluar los dos lados del cuerpo del trabajador.

RULA divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye brazos, antebrazos y muñecas, y el Grupo B, que comprende el cuello, el tronco y las piernas.

La evaluación del Grupo A puede realizarse del lado más desfavorable del cuerpo o de ambos lados. En este estudio se ha realizado la evaluación de ambos lados del cuerpo: izquierdo y derecho.



GRUPO A (lado derecho)

Las posiciones de los miembros del Grupo A del trabajador (lado derecho) se clasificaron de acuerdo a los intervalos definidos por el método RULA, resultando:

- **Posición del brazo:** El brazo del trabajador tiene 25 grados de flexión. Por tanto, el brazo se encuentra en el intervalo de más de 20 grados y menos o igual a 45 grados de flexión. Los brazos están abducidos.
- **Posición del antebrazo:** El antebrazo tiene flexión de 71 grados. Por tanto, el antebrazo se encuentra en el intervalo de 60 y 100 grados de flexión. El antebrazo cruza la línea media.
- **Posición de la muñeca:** La muñeca tiene Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$. La muñeca no tiene desviación radial o cubital.

GRUPO A (lado izquierdo)

Las posiciones de los miembros del Grupo A del trabajador (lado izquierdo) se clasificaron de acuerdo a los intervalos definidos por el método RULA, resultando:

- **Posición del brazo:** El brazo del trabajador tiene 19 grados de flexión. Por tanto, el brazo se encuentra en el intervalo desde 20° de extensión a 20° de flexión. Los brazos están abducidos.
- **Posición del antebrazo:** El antebrazo tiene flexión de 87 grados. Por tanto, el antebrazo se encuentra en el intervalo de 60 y 100 grados de flexión. El antebrazo cruza la línea media.
- **Posición de la muñeca:** La muñeca tiene Flexión o extensión > 0° y <15°. La muñeca no tiene desviación radial o cubital.

GRUPO B

Las posiciones de los miembros del Grupo B del trabajador se clasificaron de acuerdo a los intervalos definidos por el método RULA, resultando:

- **Posición del tronco:** El tronco tiene flexión de 8 grados. Por tanto, el tronco se encuentra en el intervalo de >20° o flexión >20° y <45°. El tronco está rotado o con inclinación lateral.
- **Posición del cuello:** El cuello tiene flexión de 50 grados. Por tanto, el cuello tiene flexión por más de 20 grados.
- **Posición de las piernas:** El trabajador se encuentra de pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición.

Fuerzas ejercidas, tipo de agarre y tipo de actividad muscular

El método RULA considera en la evaluación el tipo de actividad muscular desarrollada y la carga o fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Los valores observados en la postura evaluada son:

- **Tipo de actividad:** Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto).
- **Carga o fuerzas ejercidas:** La carga o fuerza es entre 2 y 10 Kg. mantenida intermitentemente.

Resultados de la Evaluación Ergonómica

PUNTUACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO A (LADO DERECHO)

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

BRAZO

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión. Se aumenta en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo disminuye en un punto.

Posición del brazo: El brazo del trabajador tiene 25 grados de flexión. Por tanto, el brazo se encuentra en el intervalo de más de 20 grados y menos o igual a 45 grados de flexión. El brazo está abducido.

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
 El brazo está flexionado más de 90 grados.

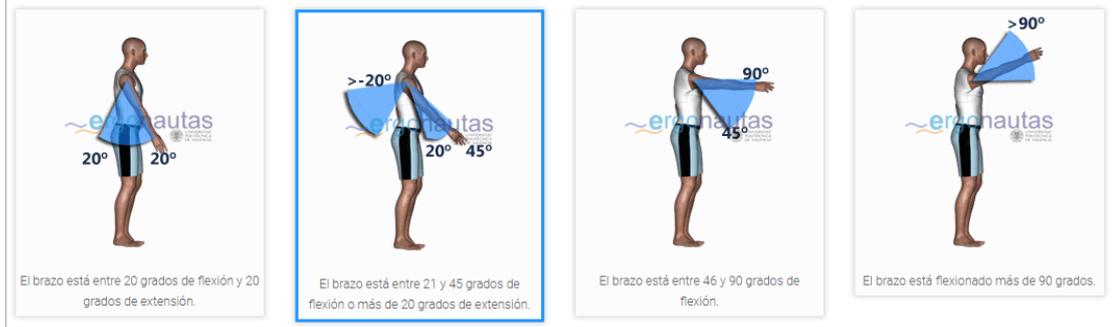


Figura 43. Medición de flexión del brazo derecho. Resultado del Software Ergonautas.

Indica o selecciona la imagen, si... (pueden darse varias de estas situaciones simultáneamente)

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



Figura 44. Brazo derecho abducido. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del brazo:

2

Modificación de la puntuación del brazo:

+1

Total puntuación del brazo:

3

ANTEBRAZO

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. Esta puntuación se aumentará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo.

Posición del antebrazo: El antebrazo tiene flexión de 71 grados. Por tanto, el antebrazo se encuentra en el intervalo de 60 y 100 grados de flexión. El antebrazo cruza la línea media.

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.



El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Figura 45. Medición de flexión del antebrazo derecho. Resultado del Software Ergonautas.

Indica o selecciona la imagen, si...

El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de éste.



El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de éste.

Figura 46. Posición del antebrazo derecho cruza la línea media. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del antebrazo:

1

Modificación de la puntuación del antebrazo:

+1

Total puntuación del antebrazo:

2

MUÑECA

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. Se aumenta en un punto si existe desviación radial o cubital.

Posición de la muñeca: La muñeca tiene Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$. La muñeca no tiene desviación radial o cubital.

Posición de la muñeca

Indica el ángulo de flexión de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



La muñeca está en posición neutra.

La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.

La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

Figura 47. Medición de flexión de la muñeca derecha. Resultado del Software Ergonautas.

Indica o selecciona la imagen, si...

La muñeca está en desviación radial o cubital.



La muñeca está en desviación radial o cúbital.

Figura 48. Desviación radial o cubital de la muñeca derecha. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación de la muñeca:

2

Modificación de la puntuación de la muñeca:

0

Total puntuación de la muñeca:

2

GIRO DE LA MUÑECA

El giro de muñeca valora el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo).

Giro de la muñeca: La muñeca está en posición de pronación o supinación media.

Indica el ángulo de giro de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



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



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

Figura 49. Posición de pronación o supinación de la muñeca derecha. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del giro de la muñeca:

1

Puntuación de los miembros del Grupo A (lado derecho)

La puntuación del Grupo A obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del grupo es:

Puntuación del Grupo A (lado derecho):

4

PUNTUACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO A (LADO IZQUIERDO)

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

BRAZO

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión. Se aumenta en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo disminuye en un punto.

Posición del brazo: El brazo del trabajador tiene 19 grados de flexión. Por tanto, el brazo se encuentra en el intervalo desde 20° de extensión a 20° de flexión. Los brazos están abducidos.

Posición del brazo

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



Figura 50. Medición de flexión del brazo izquierdo. Resultado del Software Ergonautas.

Indica o selecciona la imagen, si... (pueden darse varias de estas situaciones simultáneamente)

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



Figura 51. Brazo izquierdo abducido. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del brazo:

1

Modificación de la puntuación del brazo:

+1

Total puntuación del brazo:

2

ANTEBRAZO

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. Esta puntuación se aumentará en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo, o si se realiza una actividad a un lado del cuerpo.

Posición del antebrazo: El antebrazo tiene flexión de 87 grados. Por tanto, el antebrazo se encuentra en el intervalo de 60 y 100 grados de flexión. El antebrazo cruza la línea media.

Posición del antebrazo

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.



El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Figura 52. Medición de flexión del antebrazo izquierdo. Resultado del Software Ergonautas.

Indica o selecciona la imagen, si...

El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de éste.



El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de éste.

Figura 53. Posición del antebrazo izquierdo cruza la línea media. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del antebrazo:	1
Modificación de la puntuación del antebrazo:	+1
Total puntuación del antebrazo:	2

MUÑECA

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. Se aumenta en un punto si existe desviación radial o cubital.

Posición de la muñeca: La muñeca tiene Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$. La muñeca no tiene desviación radial o cubital.

Posición de la muñeca

Indica el ángulo de flexión de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



La muñeca está en posición neutra.

La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.

La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

Figura 54. Medición de flexión de la muñeca izquierda. Resultado del Software Ergonautas.

Indica o selecciona la imagen, si...

La muñeca está en desviación radial o cubital.



La muñeca está en desviación radial o cubital.

Figura 55. Desviación radial o cubital de la muñeca izquierda. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación de la muñeca:

2

Modificación de la puntuación de la muñeca:

0

Total puntuación de la muñeca:

2

GIRO DE LA MUÑECA

El giro de muñeca valora el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo).

Giro de la muñeca: La muñeca está en posición de pronación o supinación extremo.

Indica el ángulo de giro de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



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



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

Figura 56. Posición de pronación o supinación de la muñeca izquierda. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del giro de la muñeca:

2

Puntuación de los miembros del Grupo A (lado izquierdo)

La puntuación del Grupo A obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del grupo es:

Puntuación del Grupo A (lado izquierdo):

3

PUNTUACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

TRONCO

La puntuación del tronco depende del ángulo de flexión del tronco. Esta puntuación es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco.

Posición del tronco: El tronco tiene flexión de 8 grados. Por tanto, el tronco se encuentra en el intervalo de $>20^\circ$ o flexión $>20^\circ$ y $<45^\circ$. El tronco está rotado o con inclinación lateral.

Indica el ángulo de flexión del tronco del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



Figura 57. Medición de flexión del tronco. Resultado del Software Ergonautas.

Indica o selecciona la imagen, si... (pueden darse varias de estas situaciones simultáneamente)

Tronco rotado.
 Tronco lateralizado.

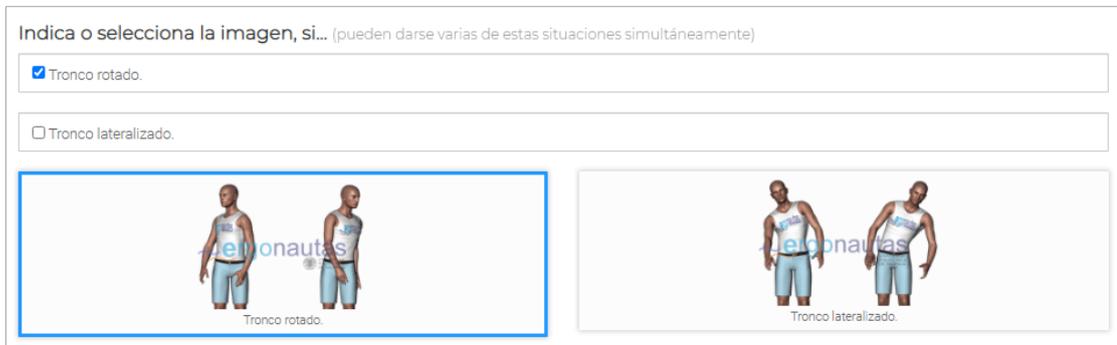


Figura 58. Tronco rotado. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del tronco:	2
Modificación de la puntuación del tronco:	+1
Total puntuación del tronco:	3

CUELLO

La puntuación se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza.

Posición del cuello: El cuello tiene flexión de 50 grados. Por tanto, el cuello tiene flexión por más de 20 grados.

Indica el ángulo de flexión del cuello del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



Figura 59. Medición de flexión del cuello. Resultado del Software Ergonautas.

Indica o selecciona la imagen, si... (pueden darse varias de estas situaciones simultáneamente)

El cuello está lateralizado.
 El cuello está rotado.



Figura 60. Cuello rotado. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del cuello:

3

Modificación de la puntuación del cuello:

+1

Total puntuación del cuello:

4

PIERNAS

La puntuación de las piernas depende de la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes.

Posición de las piernas: El trabajador se encuentra de pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición.

Indica la posición de las piernas del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados.

El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición.

Los pies no están bien apoyados o el peso no está simétricamente distribuido.



El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados.



El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición.



Si los pies no están bien apoyados o si el peso no está simétricamente distribuido.

Figura 61. Posición de las piernas del trabajador. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación de las piernas:

1

PUNTUACIÓN DEL GRUPO B

La puntuación del Grupo B obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del grupo es:

Puntuación del Grupo B:

6

VALORACIÓN DE LA FUERZA EJERCIDA Y EL TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR

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

Tipo de actividad: Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto).

Puntuación del tipo de actividad:

+1

La puntuación de los Grupos A y B se incrementa, además, en función de la fuerza ejercida o carga sostenida.

Fuerza ejercida: La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. mantenida intermitentemente.

Puntuación de la fuerza ejercida:

+1

Las puntuaciones A y B modificadas dan lugar a las puntuaciones C y D.

Puntuación C (lado derecho):

6

Puntuación C (lado izquierdo):

5

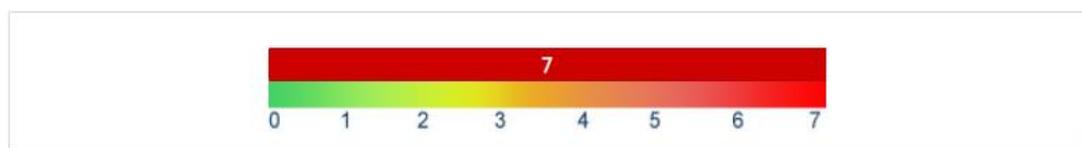
Puntuación D:

8

PUNTUACIÓN FINAL, RIESGO Y NIVEL DE ACTUACIÓN (LADO DERECHO)

A partir de las puntuaciones C y D se obtiene la Puntuación Final RULA.

Puntuación final



El valor de la puntuación final es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 7, indica riesgo muy elevado. Se clasifican las puntuaciones en 4 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1 a 2	1	Aceptable	Riesgo aceptable.
3 a 4	2	Medio	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
5 a 6	3	Alto	Se requiere el rediseño de la tarea.
7	4	Muy alto	Se requieren cambios urgentes en la tarea.

Nivel de actuación: 4

Riesgo: Muy Alto

Nivel de actuación 4
 Es necesario realizar inmediatamente cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo.

PUNTUACIONES FINALES, RIESGO Y NIVEL DE ACTUACIÓN (LADO IZQUIERDO)

A partir de las puntuaciones C y D se obtiene la Puntuación Final RULA.

Puntuación final



El valor de la puntuación final es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 7, indica riesgo muy elevado. Se clasifican las puntuaciones en 4 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1 a 2	1	Aceptable	Riesgo aceptable.
3 a 4	2	Medio	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
5 a 6	3	Alto	Se requiere el rediseño de la tarea.
7	4	Muy alto	Se requieren cambios urgentes en la tarea.

Nivel de actuación: 4

Riesgo: Muy Alto

Nivel de actuación 4
 Es necesario realizar inmediatamente cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo.

3.4. Evaluación de carga postural-método REBA:

A continuación se presenta la evaluación realizada al Operario 1 del Puesto de Trabajo de Soldadura de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales SAC, que realiza la actividad de Soldado de tuercas, tubos, varillas, platina y guardas.

El resultado de la evaluación es Riesgo MUY ALTO. Por tanto, se requieren cambios urgentes en la tarea y es necesaria la actuación de inmediato.

Datos de la Evaluación

Información del puesto

Identificador del puesto: Soldadura

Empresa: SERMEIND FABRICACIONES INDUSTRIALES S.A.C.

Departamento/Área: Soldadura

Sección:

Descripción: Soldadura de piezas y estructuras.

Información del trabajador

Nombre/Identificador: Op1-Soldadura *Edad:* 28 años

Antigüedad en el puesto: 03 años *Sexo:* Hombre

Tiempo que ocupa el puesto por jornada: 8 horas

Duración de la jornada laboral: 8 horas

Información de la evaluación

Evaluador: Br. Santos Gutierrez Llanos

Fecha de la evaluación: 30/11/2019 10:15

Firma del evaluador:



Introducción

La evaluación ergonómica tiene por objeto detectar el nivel de presencia, en los puestos evaluados, de factores de riesgo para la aparición, en los trabajadores que los ocupan, de problemas de salud de tipo disergonómico.

Esta evaluación se centrará en la determinación del nivel de riesgo de la tarea por carga postural que supere los límites recomendables. Para llevarla a cabo se empleará el método REBA (Rapid Entire Body Assessment).

El método REBA evalúa la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que originan una elevada carga postural. El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además de la postura en sí misma, se valoran otros aspectos influyentes en la carga física como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador (tanto posturas estáticas como dinámicas). Además se considera la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables, y si la postura de los brazos se mantiene a favor de la gravedad.

Para una determinada postura, REBA obtendrá una puntuación a partir de la cual se establece un determinado Nivel de Actuación. El Nivel de Actuación indicará si la postura es aceptable o en qué medida son necesarios cambios o rediseños en el puesto.

Esta evaluación se centrará en la determinación del nivel de riesgo de la tarea por carga postural que supere los límites recomendables. Para llevarla a cabo se empleará el método REBA de Ergonautas. Este método está basado y desarrolla completamente el método REBA (Rapid Entire Body Assessment).

La presente evaluación corresponde al Operario 1 del puesto de trabajo de Soldadura de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C. El método utilizado es la metodología REBA, realizando la división del cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye las piernas, el tronco y el cuello y el Grupo B, que comprende los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas).

Para realizar la evaluación, se ha utilizado como soporte los videos y capturas fotográficas realizadas en el Taller de metal mecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C.

Imágenes de la Evaluación



Figura 62. Medición de flexión del tronco.



Figura 63. Medición de flexión del cuello.



Figura 64. Posición de las piernas.



Figura 65. Posición del brazo derecho.



Figura 66. Posición del antebrazo derecho.



Figura 67. Posición de la muñeca derecha.



Figura 68. Posición del brazo izquierdo.



Figura 69. Posición del antebrazo izquierdo.



Figura 70. Posición de la muñeca izquierda.

Datos de la Evaluación Ergonómica

Características de la postura evaluada

El método de evaluación de la carga postural REBA evalúa posturas individuales. Tras la observación de las tareas desempeñadas por el trabajador durante varios ciclos de trabajo se determinó evaluar la postura actual por poder suponer, a priori, una carga postural que suponga riesgo para el trabajador.

REBA divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye piernas, tronco y cuello; y el Grupo B, que comprende los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas).

La evaluación del Grupo B puede realizarse del lado más desfavorable del cuerpo o de ambos lados. En este estudio se ha realizado la evaluación de ambos lados del cuerpo: izquierdo y derecho.



GRUPO A

Las posiciones de los miembros del Grupo A del trabajador se clasificaron de acuerdo a los intervalos definidos por el método REBA, resultando:

- **Posición del tronco:** La posición del tronco del trabajador es de 48 grados de flexión. Por tanto, el tronco se encuentra en el intervalo de más de 20 grados y menos o igual a 60 grados de flexión o extensión mayor a 20 grados. El tronco tiene inclinación lateral o rotación.
- **Posición del cuello:** El cuello tiene una flexión de 45 grados. Por tanto, el cuello se encuentra en el intervalo de mayor a 20 grados de flexión o extensión. Existe Cabeza rotada o con inclinación lateral del cuello.
- **Posición de las piernas:** La posición de la (s) pierna(s) del trabajador tienen 87 grados de flexión. En mayor parte de la jornada laboral, el trabajador tiene soporte bilateral (andando); en otros intervalos de la jornada laboral tiene flexión de las rodillas de 87 grados aproximadamente. Por tanto, existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60 grados.

GRUPO B (lado derecho)

Las posiciones de los miembros del Grupo B del trabajador (lado derecho) se clasificaron de acuerdo a los intervalos definidos por el método REBA, resultando:

- **Posición del brazo:** El brazo derecho tiene flexión de 16 grados. Por tanto, el brazo se encuentra en el intervalo desde 20° de extensión a 20° de flexión. El brazo está abducido.
- **Posición del antebrazo:** El antebrazo derecho tiene flexión de 105 grados. Por tanto, el antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.
- **Posición de la muñeca:** La muñeca derecha tiene flexión de 9 grados. La muñeca está flexionada o extendida > 0° y <15°. Existe Torsión o Desviación radial o cubital.

GRUPO B (lado izquierdo)

Las posiciones de los miembros del Grupo B del trabajador (lado izquierdo) se clasificaron de acuerdo a los intervalos definidos por el método REBA, resultando:

- **Posición del brazo:** El brazo izquierdo tiene flexión de 37 grados. Por tanto, el brazo se encuentra en el intervalo de flexión de 20° a 45° o más de 20° de flexión. El brazo está abducido, brazo rotado u hombro elevado.
- **Posición del antebrazo:** El antebrazo izquierdo tiene flexión de 103 grados. Por tanto, el antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.
- **Posición de la muñeca:** La muñeca izquierda tiene flexión de 10 grados. La muñeca está flexionada o extendida > 0° y <15°. Existe Torsión o Desviación radial o cubital.

FUERZAS EJERCIDAS, TIPO DE AGARRE Y TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR

El método REBA considera en la evaluación el tipo de actividad muscular desarrollada, el tipo y calidad del agarre de objetos con la mano y la fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Los valores observados en la postura evaluada son:

- **Fuerzas ejercidas:** La carga o fuerza es menor de 5 kg.
- **Tipo de agarre:** Agarre Bueno. El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio.
- **Actividad muscular:** Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.

Resultados de la Evaluación Ergonómica

PUNTUACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO A

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

TRONCO

La puntuación del tronco depende del ángulo de flexión del tronco. Esta puntuación es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco.

Posición del tronco: La posición del tronco es de 48 grados de flexión. Por tanto, el tronco se encuentra o está en más de 20 y menos o igual a 60 grados de flexión o extensión mayor a 20 grados. El tronco tiene inclinación lateral o rotación.

Indica el ángulo de flexión del tronco del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El tronco está erguido.
 El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
 El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
 El tronco está flexionado más de 60 grados.



Figura 71. Medición de flexión del tronco. Resultado del Software Ergonautas.

Indica o selecciona la imagen, si...

Existe torsión o inclinación lateral del tronco.



Figura 72. Torsión o inclinación del tronco. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del tronco:

3

Modificación de la puntuación del tronco:

+1

Total puntuación del tronco:

4

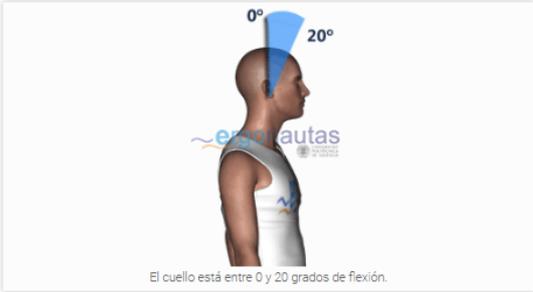
CUELLO

La puntuación se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Es aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza.

Posición del cuello: El cuello tiene una flexión de 45 grados. Por tanto, el cuello se encuentra en el intervalo de mayor a 20 grados de flexión o extensión. Existe Cabeza rotada o con inclinación lateral del cuello.

Indica el ángulo de flexión del cuello del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
 El cuello está extendido o flexionado más de 20 grados.



El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.



El cuello está extendido o flexionado más de 20 grados.

Figura 73. Medición de flexión del cuello. Resultado del Software Ergonautas.

Existe torsión o inclinación lateral del cuello.



Existe torsión o inclinación lateral del cuello.

Figura 74. Torsión o inclinación lateral del cuello. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del cuello:

2

Modificación de la puntuación del cuello:

+1

Total puntuación del cuello:

3

PIERNAS

La puntuación de las piernas depende de la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes. Se incrementa en un punto si existe flexión de una o ambas rodillas. El incremento es de 2 unidades si existe flexión de más de 60°.

Posición de las piernas: La posición de la (s) pierna(s) del trabajador tienen 87 grados de flexión. En mayor parte de la jornada laboral, el trabajador tiene soporte bilateral (andando); en otros intervalos de la jornada laboral tiene flexión de las rodillas de 87 grados aproximadamente. Por tanto, existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60 grados.

Indica la posición de las piernas del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

Soporte bilateral, andando o sentado.
 Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.



Soporte bilateral, andando o sentado.



Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.

Figura 75. Medición de flexión de las piernas. Resultado del Software Ergonautas.

Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.

Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).



Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.



Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

Figura 76. Flexión de una o ambas rodillas. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación de las piernas:

1

Modificación de la puntuación de las piernas:

+2

Total puntuación de las piernas:

3

PUNTUACIÓN DEL GRUPO A

La puntuación del Grupo A obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del grupo es:

Puntuación del Grupo A:

8

PUNTUACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO B (LADO DERECHO)

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

BRAZO

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión. Se aumenta en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo o adopta una posición a favor de la gravedad disminuye en un punto.

Posición del brazo: El brazo derecho tiene flexión de 16 grados. Por tanto, el brazo se encuentra en el intervalo desde 20° de extensión a 20° de flexión. El brazo está abducido.

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
- El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
- El brazo está flexionado más de 90 grados.



El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.

El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.

El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.

El brazo está flexionado más de 90 grados.

Figura 77. Medición de flexión del brazo derecho. Resultado del Software Ergonautas.

El brazo está abducido o rotado.

El hombro está elevado.

Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.



Figura 78. Brazo abducido. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del brazo:

1

Modificación de la puntuación del brazo:

+1

Total puntuación del brazo:

2

ANTEBRAZO

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

Posición del antebrazo: El antebrazo derecho tiene flexión de 105 grados. Por tanto, el antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.

El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



Figura 79. Medición de flexión del antebrazo derecho. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del antebrazo:

2

MUÑECA

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. Se aumenta en un punto si existe desviación radial o cubital o presenta torsión.

Posición de la muñeca: La muñeca derecha tiene flexión de 9 grados. La muñeca está flexionada o extendida $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$. Existe Torsión o Desviación radial o cubital.



Figura 80. Medición de flexión de la muñeca derecha. Resultado del Software Ergonautas.



Figura 81. Torsión o desviación lateral de la muñeca derecha. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación de la muñeca:

1

Modificación de la puntuación de la muñeca:

+1

Total puntuación de la muñeca:

2

PUNTUACIÓN DEL GRUPO B (lado derecho)

La puntuación del Grupo B obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del grupo es:

Puntuación del Grupo B (lado derecho):

3

PUNTUACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO B (LADO IZQUIERDO)

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo se obtienen las puntuaciones de cada miembro.

BRAZO

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión. Se aumenta en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo o adopta una posición a favor de la gravedad disminuye en un punto.

Posición del brazo: El brazo izquierdo tiene flexión de 37 grados. Por tanto, el brazo se encuentra en el intervalo de flexión de 20° a 45° o más de 20° de flexión. El brazo está abducido, brazo rotado u hombro elevado.

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



Figura 82. Medición de flexión del brazo izquierdo. Resultado del Software Ergonautas.

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

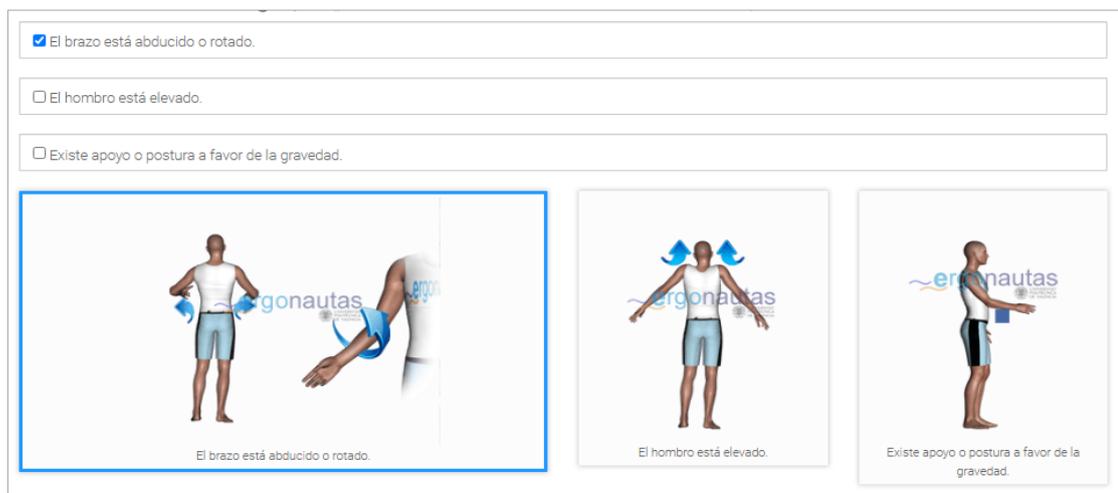


Figura 83. Brazo izquierdo abducido o rotado. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del brazo:

2

Modificación de la puntuación del brazo:

+1

Total puntuación del brazo:

3

ANTEBRAZO

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

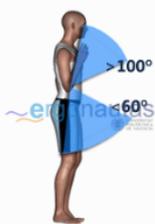
Posición del antebrazo: El antebrazo izquierdo tiene flexión de 103 grados. Por tanto, el antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.



El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Figura 84. Medición de flexión del antebrazo izquierdo. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación del ante brazo:

2

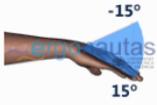
MUÑECA

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. Se aumenta en un punto si existe desviación radial o cubital o presenta torsión.

Posición de la muñeca: La muñeca izquierda tiene flexión de 10 grados. La muñeca está flexionada o extendida $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$. Existe Torsión o Desviación radial o cubital.

Indica el ángulo de flexión de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

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



La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.



La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

Figura 85. Medición de flexión de la muñeca izquierda. Resultado del Software Ergonautas.

Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.



Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.

Figura 86. Torsión o desviación lateral de la muñeca izquierda. Resultado del Software Ergonautas.

Puntuación de la muñeca: 1

Modificación de la puntuación de la muñeca: +1

Total puntuación de la muñeca: 2

PUNTUACIÓN DEL GRUPO B (lado izquierdo)

La puntuación del Grupo B obtenida a partir de las puntuaciones de los miembros del grupo es:

Puntuación del Grupo B (lado izquierdo): 5

VALORACIÓN DE FUERZA EJERCIDA Y DEL TIPO DE AGARRE

La fuerza ejercida no aumenta la puntuación del Grupo A si Carga o fuerza es menor de 5 Kg. Aumenta un punto si la carga supera los 5 kg. y dos si supera 10 kg. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad.

Fuerzas ejercidas: La carga o fuerza es menor de 5 kg.

Puntuación de la fuerza ejercida: 0

La calidad del agarre de objetos con la mano no aumenta la puntuación del Grupo B.

Calidad de agarre: Bueno (El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio).

Puntuación de la calidad de agarre:

0

PUNTUACIONES FINALES, RIESGO Y NIVEL DE ACTUACIÓN (LADO DERECHO)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular: Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.

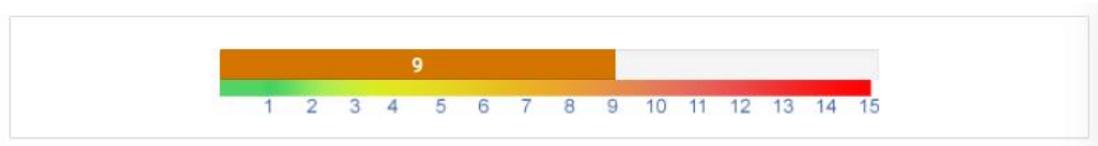
Puntuación C

8

Puntuación de actividad muscular

+1

Puntuación final



El valor de la puntuación final es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15, indica riesgo muy elevado. Se clasifican las puntuaciones en 5 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Nivel de actuación: 3

Riesgo: Alto

Nivel de Actuación 3
Es necesaria la actuación cuanto antes

PUNTUACIONES FINALES, RIESGO Y NIVEL DE ACTUACIÓN (LADO IZQUIERDO)

A partir de las puntuaciones A y B se obtiene la Puntuación C, que se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea.

Actividad muscular: Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.

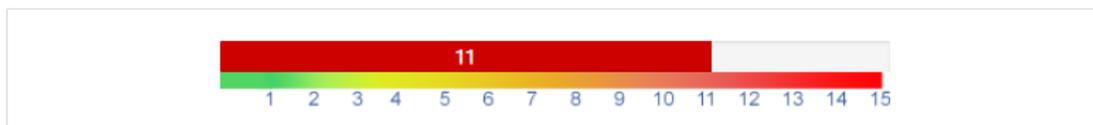
Puntuación C

10

Puntuación de actividad muscular

+1

Puntuación final



El valor de la puntuación final es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15, indica riesgo muy elevado. Se clasifican las puntuaciones en 5 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Nivel de actuación: 4

Riesgo: Muy Alto

Es necesaria la actuación de inmediato

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIÓN

Con la finalidad de identificar y evaluar los factores de riesgo ergonómico al que están expuestos los colaboradores del taller de metalmecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, se realizó las evaluaciones respectivas al personal operario de la Empresa, además de la entrevista al Supervisor del taller de metal mecánica, cuyos aportes fueron de suma importancia para el inicio del presente trabajo.

En primer término, es preciso mencionar que en el taller de metal mecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C existen cuatro puestos de trabajo: Habilidadado, Soldadura, Maestranza y Ensamblado.

En los cuatro puestos de trabajo, se han definido 19 actividades en total. El puesto de trabajo de Habilidadado tiene 11 actividades, el puesto de trabajo de Soldadura tiene 3 actividades definidas, el puesto de trabajo de Maestranza tiene 2 actividades y el puesto de trabajo de Ensamblado cuenta con 3 actividades (ver Tabla 43).

Estas actividades generan niveles de riesgo ya sea bajo, medio o alto; según la probabilidad de amenaza de la actividad y la magnitud del daño de la misma. Teniendo en cuenta esto, es importante mencionar que más de la mitad (11 actividades) del total de actividades, tienen nivel de riesgo bajo; esto representa el 57.89% del total de actividades. Así mismo, 6 actividades (o el equivalente a 31.58%) tienen nivel de riesgo medio y tan sólo 2 actividades (10.53%) tienen nivel de riesgo alto.

En el puesto de trabajo de Habilidadado, en donde las actividades están orientadas a la

medida, trazado, corte y doblaje de materia prima, la mayoría de las actividades tienen un nivel de riesgo medio o bajo. La actividad de corte de materia prima en guillotina/amoladora, es la única actividad en este puesto de trabajo, que genera un nivel de riesgo alto, debido a las posturas forzadas de brazo, antebrazo, muñeca, tronco y/o cuello que efectúa el personal operario en la utilización de herramientas de corte como la amoladora. Situación similar se presenta en el puesto de trabajo de Soldadura, en donde la actividad de Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas; es la única actividad de nivel de riesgo alto, debido a que el personal operario realiza posturas forzadas de tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo y muñeca. Las demás actividades en el puesto de trabajo de Soldadura tienen nivel de riesgo medio.

En los puestos de trabajo de Maestranza y Ensamblado, en donde las actividades están dirigidas a limpieza de piezas, armado de piezas soldadas y accesorios, así como el montado de tableros eléctricos en caso se requiera, se ha determinado que estas actividades tienen un nivel de riesgo bajo (ver Tabla 44) .

Las actividades de Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amolador y Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas, que son las dos actividades que tienen un nivel de riesgo alto, han generado casi la totalidad de los descansos médicos en el personal operativo, con lesiones como Lumbalgias en zonas corporales como espalda dorsal y lumbar. Es preciso resaltar la que esta estadística es corroborada por un estudio realizado en la ciudad de Lima Metropolitana, respecto a trastornos músculo-esqueléticos en recicladores que laboran en Lima Metropolitana, el cual señala que del total de diagnósticos presentes en las personas evaluadas, más del 50% de trastornos músculo-esqueléticos pertenecen a la zona lumbar, seguido en zonas de hombros, cervical y dorsal (Morales *et al*, 2016). Así mismo, los resultados obtenidos

en la presente investigación, concuerda con lo mencionado por la Organización Mundial de la Salud (2019), quien refiere que el dolor lumbar es la causa más frecuente de discapacidad en el mundo.

Los factores de riesgos como manipulación manual de cargas, sobre esfuerzos (aplicación de fuerza), posturas de trabajo (posturas forzadas) y movimientos repetitivos, se encuentran presentes en todos los puestos de trabajo de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales SAC.

En el puesto de trabajo de Habilitado, existen factores de riesgo de manipulación manual de cargas, posturas forzadas y sobre esfuerzos (aplicación de fuerza), debido a la presencia de actividades como traslado de materia prima ya sea a la mesa de trazado o a la mesa de corte. Así mismos, se denota la presencia de factores de riesgo de posturas forzadas en las actividades de medida, trazado y corte de la materia prima. El factor de riesgo de sobre esfuerzos (aplicación de fuerza) se debe a la actividad de doblaje de la materia prima. Sin embargo, esto no está lejos del resultado obtenido por Arpita (2019), en el que sostiene, que entre los principales factores de riesgo disergonómicos asociados a las actividades de habilitado, armado y soldadura, se encuentran las posturas incómodas y forzadas.

En el puesto de trabajo de Soldadura, existen factores de riesgo de posturas forzadas de tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo y muñeca; en la actividad de Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas, con incidencia; y movimientos repetitivos en la actividad de pulido y limpieza de piezas soldadas.

En el puesto de trabajo de Maestranza, existen factores de riesgo de posturas forzadas en el desarrollo del mecanizado de piezas (torneado de piezas), debido principalmente a las posturas forzadas de brazo, antebrazo y muñeca. De igual manera, en el puesto de trabajo de Ensamblado, los factores de riesgo de posturas

forzadas se deben al desarrollo de armado de piezas soldadas y accesorios, con posturas forzadas de brazo, antebrazo y muñeca.

Con la finalidad de evaluar los factores de riesgo a los que están expuestos los colaboradores, se ha utilizado los métodos de evaluación ergonómica Rapid Upper Limb Assessment (RULA) y Rapid Entire Body Assessment (REBA) en las actividades con nivel de riesgo "alto", tales como: Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora, del puesto de trabajo de Habilidadado; y Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas, del puesto de trabajo de Soldadura. En estos puestos de trabajo existe un mayor riesgo ergonómico, debido a la realización de actividades de cortado de placas metálicas, armado de piezas de acero, soldado de piezas, etc...; que a corto o largo plazo implica enfermedades ocupacionales con la generación de dolencias en cuello, hombros, muñecas y espalda baja; y que posteriormente se traducen en descansos médicos.

La actividad de Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora, fue evaluada mediante el método ergonómico Rapid Upper Limb Assessment (RULA), metodología que evalúa brazo, antebrazo, muñeca, giro de muñeca, tanto en el lado izquierdo como derecho del Colaborador (Operario 1 Habilidadado), así como cuello, tronco y piernas del mismo Colaborador; determinando que existe un nivel de Riesgo "Muy alto" en los dos lados del cuerpo del Colaborador. Por tanto, los resultados implican que se requieren cambios urgentes en la tarea realizada por el Operario y consecuentemente es necesaria la actuación de inmediato.

Es preciso mencionar que García-García, Sánchez-Lite, Camacho y Domingo (2013) realizaron un estudio comparativo entre los métodos ergonómicos más usados en la Ingeniería de la fabricación, llegando a la conclusión que el método RULA es el más adecuado.

La actividad de Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas, del puesto de trabajo de Soldadura, fue evaluada mediante el método ergonómico Rapid Entire Body Assessment (REBA). Según Arpita (2019), los puestos de trabajo de soldadura, es el área que presenta la mayoría de trabajadores expuestos a un nivel de riesgo ergonómico muy alto, esto debido a la manera cómo ejecutan los trabajos.

En nuestro caso particular, la metodología ergonómica REBA evaluó brazo, antebrazo y muñeca, en el lado izquierdo como derecho del Colaborador (Operario 1 Soldadura), así como tronco, cuello y piernas del mismo Colaborador; determinando que existe un nivel de Riesgo "Alto" en el lado derecho del cuerpo del Colaborador, por tanto es necesaria la actuación cuanto antes en el puesto de trabajo; y un nivel de Riesgo "Muy Alto" en el lado izquierdo del mismo colaborador, es decir es necesaria la actuación de inmediato en el puesto de trabajo.

Vajda (2017) y Arpita (2010), coinciden en sostener que las propuestas de mejora tienen un efecto directo en los puestos de trabajo y en los empleados. Así mismo, Carrillo (2017), recomienda en su trabajo de investigación la implementación de un Plan de Control y la socialización del mismo, a fin de lograr un mejor desempeño laboral de los colaboradores, de tal manera que se reduzcan las molestias y enfermedades músculo-esqueléticas, lo que traerá consigo una mayor productividad de los colaboradores, al realizar sus labores diarias.

En función a lo descrito anteriormente, podemos decir que existe ausencia de charlas de capacitación en el tema de riesgos ergonómicos, que favorecería a disminuir las malas posturas y consecuentemente mejorar el rendimiento de los colaboradores.

La investigación mediante la aplicación de los métodos ergonómicos RULA y REBA permitió demostrar que la exposición de los colaboradores a factores de riesgo ergonómicos en los puestos de trabajo de Habilitado y Soldadura de la Empresa

SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C influye en la aparición de trastornos músculo-esqueléticos.

Esto también se encuentra evidencia con la presencia de descansos médicos, con diagnósticos de dolencias en cuello, hombros, muñeca y espalda baja.

Así mismo, se observó que los operarios no tienen conocimiento alguno sobre ergonomía, menos aún sobre los riesgos ergonómicos a los que están expuestos en su puesto de trabajo. Por tanto; se generó propuestas de control, las que están basadas en medidas de control de la fuente y el operario, cambios en el diseño de puestos de trabajo, capacitaciones y por último en la implementación de un Programa de Pausas Activas, con ejercicios de estiramiento y movimiento pasivo de los músculos, para mitigar y prevenir los trastornos músculo-esqueléticos en los operarios de la empresa. Con la propuesta de control y la socialización del mismo, los operarios tendrán un mejor desempeño laboral, reduciendo las molestias y enfermedades músculo-esqueléticas, lo que traerá consigo una mayor productividad al realizar sus labores cotidianas.

4.2. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos y descritos en el ítem anterior, se puede concluir lo siguiente:

4.2.1. En el Taller de metal mecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, existen cuatro Puestos de trabajo: Habilitado, Soldadura, Maestranza y Ensamblado, los mismos que en total suman 19 actividades.

En el Puesto de trabajo de Habilitado, se han definido 11 actividades, en el Puesto de trabajo de Soldadura, 3 actividades; y en los Puestos de trabajo de Maestranza y Ensamblado, 2 y 3 actividades, respectivamente.

4.2.2. De total de actividades (19) en los Puestos de trabajo de Habilitado, Soldadura, Maestranza y Ensamblado; 11 actividades (57.9%) tienen nivel de riesgo bajo, 6 actividades (31.6%) tienen nivel de riesgo medio y finalmente 2 actividades (10.5%) tienen nivel de riesgo alto. Las actividades de Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora, del puesto de trabajo de Habilitado; y Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas, del puesto de trabajo de Soldadura tienen nivel de riesgo Alto.

En el Puesto de trabajo de Habilitado, de las 11 actividades que tiene este Puesto de trabajo, más de la mitad de ellas (06 actividades) tienen nivel de riesgo bajo, 4 actividades tienen un nivel de riesgo medio y una actividad tiene nivel de riesgo alto.

En el Puesto de trabajo de Soldadura, de las 3 actividades que tiene este Puesto de trabajo, no se presentan actividades con nivel de riesgo bajo; en tanto que, 2 actividades presentan nivel de riesgo medio y una actividad con nivel de riesgo alto; y finalmente en los Puestos de trabajo de Maestranza y Ensamblado, tienen el total de sus actividades -que suman 05- con nivel de riesgo bajo.

4.2.3. En las actividades desarrolladas en los Puestos de Trabajo de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, se han identificado factores de riesgos de manipulación de manual de cargas, posturas forzadas, sobre esfuerzos y/o movimientos repetitivos. A continuación se describe los factores de riesgo, según puesto de trabajo:

A. En el puesto de trabajo de Habilitado, existe:

- Factor de riesgo por manipulación manual de cargas, debido al traslado de la materia prima a la mesa de trazado y traslado de la materia prima a mesa de corte.
- Factor de riesgo por posturas forzadas, debido a la medida y/o trazado de la materia prima. Además, por el corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora.
- Factor de riesgo por sobre esfuerzos, debido a la actividad de doblaje de materia prima.

B. En el puesto de trabajo de Soldadura, existe:

- Factor de riesgo por posturas forzadas, debido a la realización de las actividades de soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas.
- Factor de riesgo por movimientos repetitivos, por las actividades de pulido y limpieza de soldadura de piezas y pulido de materia prima con productos químicos.

C. En el puesto de trabajo de Maestranza, existe:

- Factor de riesgo por posturas forzadas, por la realización de la actividad de mecanizado de piezas.

D. En el puesto de trabajo de Ensamblado, existe:

- Factor de riesgo por posturas forzadas, debido a la realización de la actividad de armado de piezas soldadas y accesorios.

4.2.4. Con la finalidad de evaluar los factores de riesgo a los que están expuestos los Colaboradores en los Puestos de trabajo de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, se ha realizado dicha evaluación sólo a las actividades con nivel de riesgo "Alto". Por tanto, sólo se evaluaron las actividades de Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora del Puesto de trabajo de Habilitado y Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas, del Puesto de trabajo de Soldadura.

La actividad de Corte de la materia prima en guillotina hidráulica/amoladora del Puesto de trabajo de Habilitado, ha sido evaluada con el método ergonómico Rapid Upper Limb Assessment (RULA), donde se determina que existe un nivel de Riesgo "Muy alto" en los dos lados del cuerpo del Colaborador. Por tanto, se requiere cambios urgentes en la tarea realizada por el Operario y consecuentemente es necesaria la actuación de inmediato.

La actividad de Soldado de tuercas, tubos, varilla, platina y guardas, del Puesto de trabajo de Soldadura, ha sido evaluada mediante el método ergonómico Rapid Entire Body Assessment (REBA), donde se determina que existe un nivel de Riesgo "Alto" en el lado derecho del cuerpo del Colaborador, por tanto es necesaria la actuación cuanto antes en el puesto de trabajo; y un nivel de Riesgo "Muy Alto" en el lado izquierdo del mismo colaborador, es decir es necesaria la actuación de inmediato en el puesto de trabajo.

4.2.5. Mediante la propuesta y posteriormente implementación de un Plan de control que implique medidas preventivas y correctivas en cada puesto de trabajo del

Taller de metal mecánica de la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, se estima reducir los factores de riesgo, disminuir las enfermedades músculo-esqueléticas en los Colaboradores, prevenir y disminuir accidentes laborales a corto y largo plazo y disminuir el ausentismo laboral; logrando así, un mejor desempeño laboral, incrementar la seguridad del Colaborador y mejorar el nivel de producción de la Empresa.

Con estos fines se propone el siguiente Plan de Control:

A. MEDIDAS DE CONTROL DE INGENIERÍA

Las medidas de control de Ingeniería, tienen como propósito modificar el ambiente físico de trabajo, incorporando elementos, herramientas o equipos para reemplazar o disminuir los factores de riesgo. Las medidas a considerar son las siguientes:

- Rediseño del ambiente de trabajo, lo que implica un lugar de trabajo adecuado para cada puesto de trabajo, según la Norma Básica de Ergonomía.
- Modificación del mobiliario de trabajo, que implique un diseño o adaptación a las posturas de trabajo de los Colaboradores de la Empresa, específicamente en los Puestos de trabajo de Habilidadado y Soldadura. Este mobiliario debe ser regulable para permitir que sea utilizado por la mayoría de los Colaboradores.
- Contemplar el uso de herramientas manuales mecánicas o eléctricas que tengan un diseño ergonómico adecuado.
- Con el fin de trasladar la materia prima a la mesa de trazado o la materia prima a la mesa de corte, se recomienda la adquisición de un carro de

plataforma con tirador para el transporte manual de la materia prima (láminas de acero). Con el apoyo de este carro de plataforma con ruedas giratorias y freno más la capacidad de carguío de hasta 200 kg, los operarios podrán desplazar las láminas de acero con un mejor agarre y sin hacer demasiado esfuerzo.

B. MEDIDAS DE CONTROL DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

- Proporcionar a los Colaboradores de la Empresa, Equipos de Protección Personal (EPP) que no dificulten el movimiento corporal y/o exijan la adopción de posturas forzadas o la aplicación de fuerza excesiva.
- Actualmente, la Empresa SERMEIND Fabricaciones Industriales S.A.C, brinda a sus operarios los respectivos EPP como casco, botas, guantes, lentes y protectores auditivos; sin embargo, no se dispone de guantes de protección para mejor el agarre o manipulación de láminas de acero. Por tanto, se propone abastecer a los operarios de la empresa con guantes de protección especializados para metal mecánica y promover su uso durante la realización de las actividades. Estos guantes deben de guardar las características de "guante anti-corte" de fibra de polietileno utilizado específicamente en la industria metal mecánica.

C. MEDIDAS DE CONTROL ADMINISTRATIVA

- Además de proporcionar EPP a los operarios y mejorar los procedimientos, es necesario que todo colaborador conozca cómo realizar sus actividades laborales de manera segura, correcta y sin perjudicar su

propia salud. Por esta razón, se propone elaborar y ejecutar un Programa de Capacitaciones trimestral para el personal operativo y de supervisión, que contemple charlas y talleres relacionados a la Norma Básica de Ergonomía, riesgos ergonómicos, seguridad y salud en el trabajo, etc...

- Diseñar e implementar un Plan de orden y limpieza en todos los puestos de trabajo; con la finalidad de lograr un lugar de trabajo limpio y ordenado, haciéndolo más productivo y agradable, facilitando el control de los accidentes y simplificando el trabajo.
- Implementar un Programa de Pausas Activas, cuyo objetivo principal es controlar la tensión asociada a posturas incómodas, movimientos repetitivos y/o trabajo estático. Se considera la propuesta de esta actividad como un complemento, y no como un sustituto del mejoramiento ergonómico de las condiciones de trabajo. (ver anexo 1).
- Promover que el Supervisor de planta verifique que los Operarios realicen sus actividades respetando los principios de la Ergonomía, apoyándolos en la adaptación a cualquier mejora implementada o capacitación realizada.

REFERENCIAS

Arpita, A. (2019). Estudio de los factores de riesgos disergonómicos en las actividades de habilitado, armado y soldadura de estructuras en la industria metal mecánica (Caso IMCO Servicios S.A.C. 2018) (Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias con Mención en seguridad y Medio Ambiente).

Recuperado de <http://bibliotecas.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10278>

Carrillo, M. (2017). Evaluación de factores ergonómicos de los trabajadores de la Empresa Artesa Cía. LTDA, expuestos a movimientos repetitivos, posiciones forzadas y manipulación de cargas, y propuesta de plan de control (trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en seguridad e higiene industrial).

Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/27859>

Carrión, M. R. (1998). La Ergonomía y Automatización de los Procesos. Industrial Data.

Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01_n2/ergonomia.htm

Cruz y Garnica (2010). Ergonomía aplicada. Bogotá, Colombia. Ecoe Ediciones Ltda.

Diego-Mas, J. (2015). Selección de métodos de evaluación ergonómica. Valencia, España:

Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/select/select.php>

Díaz, A. (2018). Prevención de trastornos musculoesqueléticos de origen laboral en las extremidades superiores. Majadahonda, España: FREMAP, Mutua Colaboradora con la Seguridad Social N° 61. Recuperado de <https://prevencion.fremap.es/MaterialDivulgativo/Paginas/Manuales.aspx>

Diego-Mas, J. (2015). ¿Cómo evaluar un puesto de trabajo?. Valencia, España: Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <https://www.ergonautas.upv.es/ergonomia/evaluacion.html>

Diego-Mas, J. (2015). Evaluación postural mediante el método RULA. Valencia, España: Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Diego-Mas, J. (2015). Evaluación postural mediante el método REBA. Valencia, España: Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

Erb, M. (11 de noviembre del 2019). Análisis de Riesgo [Mensaje en un blog]. Recuperado de https://protejete.wordpress.com/gdr_principal/analisis_riesgo/

Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. (2019). Métodos de evaluación de la ergonomía de puestos de trabajo. Valencia, España: Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos-evaluacion-ergonomica.html>

Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. (2019). Software online REBA. Valencia,

España: Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de [https://www.](https://www.https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba_online.php)

https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba_online.php

Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. (2019). Software online RULA. Valencia,

España: Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de [https://www.](https://www.https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula_online.php)

https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula_online.php

Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. (2019). RULER - Medición de ángulos en

fotografías. Valencia, España: Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia.

Recuperado de <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/ruler/ruler.php>

García-García, M, Sánchez-Lite, A, Camacho, A, Domingo, Rosario (2013). Análisis de

métodos de valoración postural en las herramientas de simulación virtual para la

ingeniería de fabricación. DYNA.

Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/32747>

FREMAP MUTUA COLABORADORA CON LA SEGURIDAD SOCIAL NÚMERO 61

(2018). Prevención de trastornos musculoesqueléticos de origen laboral en las

extremidades superiores. Recuperado de

<https://www.fremap.es/Noticias/Paginas/NoticiaDetalle.aspx?idNot=5923>

Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales (2018). Trastornos músculo

esqueléticos. Recuperado de <https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp->

content/uploads/2019/04/riesgos-bloque-1-trastornosmusculo-esqueleticos-saludlaboralydiscapacidad.pdf

Instituto de Biomecánica de Valencia, España (2020). Las lesiones músculo esqueléticas. Valencia, España.: Copyright IBV. Recuperado de <http://ergodep.ibv.org/documentos-de-formacion/1-documentos-de-introduccion/504-las-lesiones-musculo-esqueleticas.html>

Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (2015). Identificación y Evaluación de los factores de riesgo ergonómico. España: ISTAS. Recuperado de <https://istas.net/salud-laboral/herramientas-de-prevencion-de-riesgos-laborales-para-pymes/riesgos-ergonomicos>

Lazo, T. (2017). Evaluación de factores de riesgo ergonómico en los puestos de trabajo de la línea de ensamblaje de refrigeradoras de una empresa, y su relación con afecciones músculo-esqueléticas (trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en seguridad e higiene industrial). Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28031>

Ministerio de Salud (2005). Manual en Salud Ocupacional. Lima, Perú: Dirección General de Salud Ambiental. Recuperado de <http://www.digesa.minsa.gob.pe/DSO/manuales.asp>

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo del Perú. (2008). Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico - Resolución Ministerial 375-2005-TR. Lima, Perú. Recuperado de <https://www.gob.pe/mtpe>

Morales *et al* (2016). Trastornos musculoesqueléticos en recicladores que laboran en Lima Metropolitana. SciElo Perú.

Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832016000400007&lng=es&tlng=es

Organización Internacional del Trabajo-OIT. (2000). Lista de Comprobación Ergonómica- Soluciones prácticas y de sencilla aplicación para mejorar la seguridad, la salud y las condiciones de trabajo. Madrid, España: Grafofiset sl.

Organización Internacional del Trabajo (2019). Investigación de accidentes del trabajo a través del método del árbol de causas. Manual de formación para investigadores. Santiago de Chile, Chile. Oficina de Publicaciones Organización Internacional del Trabajo.

Organización Internacional del Trabajo-OIT (2019). Ginebra, Suiza. Seguridad y salud en el trabajo. Organización Internacional del Trabajo (OIT). <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang-s/index.htm>

Organización Mundial de la Salud-OMS (2019). Ginebra, Suiza. OMS. Trastornos musculoesqueléticos. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>

Paico, J. (2013). "Las empresas peruanas no saben cómo aplicar la ergonomía laboral".

Piura, Perú: Universidad de Piura. Recuperado de <http://udep.edu.pe/hoy/2013/las-empresas-peruanas-no-saben-como-aplicar-la-ergonomia-laboral/>

Secretaría de Salud Laboral de CCOO de Madrid. (Noviembre de 2016). Métodos de Evaluación Ergonómica. Madrid, España: Unigráficas GPS.

Ullilen, C. (11 de Enero de 2016). La Aplicación de la Ergonomía en el Perú. Recuperado de <http://www.ergonomaullilen.com/blog/la-aplicacion-de-la-ergonomia-en-el-peru/84/>

Urbina, J. (2009). Estudio ergonómico en las actividades de operación de las máquinas de formado de cerchas discontinuas. 5th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. LACCEI, San Cristóbal, Venezuela.

Disponible en: <http://www.laccei.org/LACCEI2009-Venezuela/p112.pdf>.

Vajda, R. (2017). Evaluación y propuestas de mejoras ergonómicas para puestos de trabajo en ensamblaje de buses. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial).

Recuperado de <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/149659>

ANEXOS

ANEXO N° 1

PROGRAMA DE PAUSAS ACTIVAS PARA EXTREMIDADES SUPERIORES

CUELLO



Con la ayuda de la mano llevar la cabeza hacia un lado como si tocara el hombro con la oreja hasta sentir una leve tensión; sostener durante 10 segundos y cambiar de lado. Repetir el ejercicio 3 veces.

HOMBROS Y BRAZOS

Eleve los hombros lo que más pueda hacia las orejas; sostenga esta posición durante 5 segundos. Descanse y repítalo 3 veces.



Lleve los brazos hacia atrás, por la espalda baja y entrelace los dedos e intente subir las manos sin soltar los dedos; sostenga esta posición durante 10 segundos.

Con la espalda recta, cruce los brazos por detrás de la cabeza e intente llevarlos hacia arriba; sostenga esta posición durante 5 segundos. Descanse y repita el ejercicio 3 veces.



Lleve el brazo hacia el lado contrario y con la mano empújelo hacia el hombro, sostenga por 5 segundos y descanse. Repita el ejercicio con el otro brazo.

Coloque su mano izquierda detrás del cuello, después pase la mano derecha por encima de la cabeza tomando el codo del brazo izquierdo y trate de llevar su brazo izquierdo lo más bajo que pueda de la espalda, sostenga por 5 segundos y descanse; repita el ejercicio con el otro brazo.



MANOS y DEDOS



Estire el brazo hacia el frente y abra la mano como si estuviera haciendo la señal de pare y con la ayuda de la otra mano lleve hacia atrás todos los dedos durante 5 segundos; descanse y repita el ejercicio 3 veces.

Lleve hacia adelante la mano y voltee hacia abajo todos los dedos, con la ayuda de la otra mano ejerza un poco de presión hacia atrás durante 5 segundos; descanse y repita el ejercicio 3 veces.



Estire el brazo hacia el frente y abra la mano estirando y separando los dedos, con la mano contraria lleve hacia abajo uno a uno cada dedo de la mano (como si los estuviera contando) y sosténgalo durante 3 segundos. Repita el ejercicio con la otra mano.