



UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
DEL PERÚ

Facultad de Ingeniería

Carrera de ingeniería de seguridad industrial y minera

“Efectos de Las Posturas Forzadas a la Salud Ocupacional en los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral desde el Punto de Vista del Análisis Biomecánico”

Autor:

Víctor Daniel Contreras Valdivia

Para obtener el Título Profesional de

Ingeniero de Seguridad Industrial y Minera

Asesora:

Ing. Grace Patricia Acevedo Obando

Arequipa, junio del 2019

DEDICATORIA

A mi querida familia, a mi esposa y a mis hijas quienes me dieron su apoyo y comprensión, ellos son quienes me dieron grandes enseñanzas y los principales protagonistas de este nuevo logro alcanzado

AGRADECIMIENTOS

A Dios y las oportunidades brindadas,

A la familia por su incondicional apoyo,

A mis docentes por su compartir y consejos,

A los compañeros de trabajo por brindar sus experiencias.

RESUMEN

El propósito de la tesis es investigar, relación Causa – Efecto de las posturas forzadas y la salud de trabajadores, para ello se ha desarrollado seis capítulos.

El capítulo uno, se desarrolla aspectos generales de la investigación en el cual se desarrolla aspectos importantes relacionados con las probables consecuencias de las posturas forzadas a la Seguridad Ocupacional de los trabajadores; se ha planteado las interrogantes de investigación y objetivos de la investigación, la justificación está relacionada con el deber de los empleadores en la prevención de las enfermedades ocupacionales y las técnicas con la mejora de las habilidades de los trabajadores.

El segundo capítulo se desarrolla los aspectos más relevantes de la fundamentación teórica, y la interpretación de los conceptos relacionados con las variables de la investigación.

En el capítulo tres del estado del arte, se realiza un breve resumen del estado del arte relacionadas con el tema de la presente tesis.

En el capítulo cuatro de la Metodología y desarrollo de la investigación; estableciendo que se trata que el diseño de investigación es experimento del tipo cuasi experimental

(Causa – efecto); la población es de 55 trabajadores y el tipo de muestreo es por conveniencia.

En el capítulo quinto. Desarrollo de la tesis, se ha desarrollado las fases del trabajo, y los principales procesos de la actividad involucrada.

En el capítulo sexto, análisis y resultados, que comprende la observación biomecánica de las posturas forzadas, finalizando con el análisis correlacional.

Se determina que hay una relación causa efecto lineal positiva, porque entre más tiempo de exposición en cada postura el índice de incomodidad aumenta; que puede afectar la salud ocupacional y en el transcurso de los años se puede manifestar en enfermedades músculo – esqueléticas.

PALABRAS CLAVE: Posturas, Salud Ocupacional, Biomecánica, Trastorno Musculo Esquelético, Método RLLA (Método de Evaluación rápida de la extremidad inferior), Índice De Incomodidad.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	iv
LISTA DETTABLAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO 1.....	1
GENERALIDADES	1
1.1 Descripción de la Realidad Problemática	1
1.1.1 Preguntatprincipaltdetinvestigación.	2
1.1.2 Preguntastsecundariastdetinvestigación.	2
1.2 ObjetivostdetlatInvestigación	2
1.2.1 Objetivotgeneral	2
1.2.2 Objetivostespecíficos.....	2
1.3 Hipótesis	3
1.4 Justificación e Importancia	3
1.4.1 Profesional.....	3
1.4.2 Social	3
1.4.3 Económica	4
1.4.4 Legal	4
1.4.5 Empresarial.....	4
1.4.6 Técnica	4

1.5	Alcance y Limitaciones	5
1.5.1	Alcances	5
1.5.2	Limitaciones	5
CAPÍTULO 2:		6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA		6
2.1	Ergonomía	6
2.1.1	La ergonomía	6
2.1.2	La antropometría	6
2.1.3	La ergonomía biomecánica	6
2.2	Salud ocupacional	6
2.3	Biomecánica	7
2.3.1	Biomecánica Médica	7
2.3.2	Biomecánica deportiva	7
2.3.3	Biomecánica ocupacional	7
2.3.4	Modelos biomecánicos	8
2.4	Postura	8
2.4.1	Postura forzada	8
2.4.2	Los Sobreesfuerzos	9
2.4.3	Efectos sobre la salud	10
2.4.4	Causas de las lesiones musculoesqueléticas.	10
2.4.5	Efectos sobre la salud.	10
2.5	Trastorno Musculo esquelético (TME)	11
2.5.1	Trastorno musculo esqueléticos en miembros inferiores	11

2.6	Método Rapid Lower Limb Assessment.....	13
2.7	Lesiones musculoesqueléticas (LME).....	13
2.7.1	Factores de riesgo.....	13
2.8	Fajas transportadoras.....	13
CAPÍTULO 3.....		14
ESTADO DEL ARTE.....		14
3.1	Análisis del Estado del Arte.....	14
CAPÍTULO 4.....		23
METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....		23
4.1	Metodología de la investigación.....	23
4.2	Método de Investigación.....	23
	Para el análisis de la frecuencia se realizará mediante.....	23
4.2.1	Frecuencia de la postura.....	23
4.2.2	Codificación biomecánica de las posturas forzadas.....	28
4.2.3	Valor postural biomecánico.....	29
4.2.4	Determinación de los rangos de valoración.....	30
4.2.5	Niveles de actuación.....	32
4.3	Diseño de la investigación.....	33
4.4	Descripción de la Investigación.....	33
4.4.1	Estudio de caso.....	33
4.4.2	Población.....	34
4.4.3	Muestra.....	34
4.5	Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos.....	34

4.5.1	Técnicas.....	34
4.5.2	Instrumentos	34
4.5.3	Procesamiento de datos.....	35
4.6	Operacionalización de variable	36
CAPÍTULO 5.....		37
DESARROLLO DE LA TESIS		37
5.1	Consideraciones previas al análisis	37
5.1.1	Factores de riesgo.....	37
5.1.2	Tareas para Realizar el Mantenimiento de las Fajas.	38
5.1.3	Empalme en fajas textiles y con alma de acero.	38
5.1.4	Recorte y empalme	39
5.1.5	Reparaciones al caliente.....	39
5.1.6	Reparaciones al frío.....	39
5.1.7	Revestimientos de poleas.	39
5.1.8	Medición de espesores.	39
5.2	Actividades para el mantenimiento	39
5.2.1	Actividades	39
5.2.2	Flujograma del proceso de mantenimiento.....	41
5.2.3	Fases	42
5.3	Análisis de la frecuencia de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral.....	46
5.4	Determinación el código de postura y el valor postural biomecánico	48
5.5	Evaluación del índice de incomodidad de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral.....	49

CAPITULO 6:.....	50
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN	50
6.1 Análisis la frecuencia de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral.....	50
6.2 Evaluación del índice de incomodidad de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral.....	51
6.3 Determinación de rangos de valorización para los niveles de actuación	53
6.4 Identificación de trastornos musculo esqueléticos de acuerdo a la posición donde se produce la posturas forzadas o sobreesfuerzos	56
6.5 A manera de resumen de la evaluación biomecánica	58
CONCLUSIONES.....	60
RECOMENDACIONES	62
ANEXOS.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	66

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Traumatismos musculo esqueléticos.....	27
Tabla 2 Indicadores para el análisis.....	29
Tabla 3 Codificación de las posturas.....	32
Tabla 4 Índice de Incomodidad.....	32
Tabla 5 Nivel de actuación.....	34
Tabla 6 Operacionalización de variables.....	37
Tabla 7 Registro de edad de los trabajadores.....	49
Tabla 8 Análisis de frecuencia de participantes.....	49
Tabla 9 Promedio y desviación estándar del índice de Incomodidad.....	50
Tabla 10 Índice de incomodidad del trabajador del 1 al 20.....	51
Tabla 11 Índice de incomodidad del trabajador del 21 al 40.....	51
Tabla 12 Índice de incomodidad del trabajador del 41 al 55.....	51
Tabla 13. Análisis de frecuencia del Índice de incomodidad.....	55
Tabla 14 Promedios de los valores obtenidos.....	58
Tabla 15 Tiempos de exposición e Índice de incomodidad.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelos de los miembros como palancas.....	7
Figura 2. Componentes de los esfuerzos.....	8
Figura 3. Condiciones No ergonómicas del puesto de trabajo.....	8
Figura 4. Partes de una faja transportadora.....	16
Figura 5. Diagrama del proceso de mantenimiento de las fajas.....	17
Figura 6. Posturas y movimientos forzados y localización del dolor.....	21
Figura 7. Diagrama de causa efecto.....	22
Figura 8. Marcado de las partes deterioradas de la faja transportadora.....	23
Figura 9. Corte de partes deterioradas de la faja.....	23
Figura 10. Marcado sobre la nueva faja.....	24
Figura 11. Preparado de las partes para vulcanizado.....	24
Figura 12. Vulcanizado en frio de la faja.....	25
Figura 13. Otra vista del vulcanizado en frio de la faja.....	25
Figura 14. Vulcanizado en frio de la faja.....	26
Figura 15. Engrasado de os rodillos.....	26
Figura 16. Posición postural de codificación 1a2b3a4b.....	28
Figura 17. Histograma del análisis de frecuencia de los participantes.....	30
Figura 18. Codificación de las posiciones.....	32
Figura 19. Matriz de valores promedios del índice de incomodidad.....	34
Figura 20. Ficha de observación (Ficha de aplicación)	36
Figura 21. Frecuencia del índice de incomodidad por el nivel de actuación....	38
Figura 22. Porcentaje del índice de incomodidad por nivel de actuación.....	39
Figura 23. Indicador de valor postural	58
Figura 24. Indicador de valor postural por tipo de apoyo	58
Figura 25. Relación causa efecto.....	60

INTRODUCCIÓN

Para nadie es ajeno que cuando se habla de minería se relaciona inmediatamente con trabajo de alto riesgo, pero los niveles de riesgos no necesariamente están relacionados con las actividades, sino con el nivel de medidas preventivas que se implante en la empresa. Sin embargo, hay riesgos que no se pueden eliminar a simple vista o mediante controles administrativos, no porque no sea viable sino porque no se muestran súbitamente sino se muestran a través del tiempo.

Entonces, los riesgos que se manifiestan a través del tiempo están relacionados con las enfermedades profesionales; pero ¿de qué tipo de riesgos estamos hablando? Estos riesgos son los que no generan el daño de manera inmediata, sino que el daño se manifiesta paulatinamente como las posturas forzadas; a muchos de nosotros nos ha pasado que cuando estamos mucho tiempo en una postura terminamos con dolor muscular; ahora imaginemos estas posturas de forma cotidiana. A simple lectura no podemos imaginar el daño, porque como se mencionó este se manifiesta con los años.

Para poder saber los efectos que causan las posturas forzadas existen muchos métodos de análisis, para los objetivos de esta tesis se utilizará el análisis biomecánico; el que se aplicará a un grupo de trabajadores seleccionados por tiempos determinados de

permanencia en estas posturas, y se comparará los resultados con otro grupo de trabajadores que tendrán otro tipo de posturas menos forzadas.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

El rubro minero y la problemática de estudio de posturas forzadas es una necesidad no atendida a pesar de contar con, RM_ 375 _2008 TR. [1] Norma Básica de ergonomía, porque no cubre la identificación de posturas dentro de los procesos de minerales. Lo que provoca que el personal no identifique posturas de riesgo que generen daños a su salud. [2]

En el área de mantenimiento mecánico de equipos de planta minera tampoco se identifica las consecuencias a la salud por las posturas forzadas, ni tampoco se reportan los casos de daños a la salud, a pesar de que los efectos a la salud producen costos altos por su tratamiento extensos. [3]

En el mantenimiento de fajas transportadoras no se identifica una evaluación específica al efecto de posturas forzadas, ya que esta se presenta en las grandes industrias mineras por las ampliaciones. Anteriormente se trabajaba con fajas desde 11 a 60 pulgadas como máximo con un grosor de 20 milímetros como máximo hablando mayormente de fajas textiles, hoy en día se trabaja con fajas de hasta 96 Pulgadas, grosor de hasta 5.5 milímetros y en su mayoría de cable de acero, las posiciones adoptadas por parte de la persona normalmente es de trabajar en posición de cuclillas y manipular manualmente la faja y los equipos de vulcanizado

y esto aplicado a la actualidad implica que el personal adopte posturas forzadas por más tiempo. Los que pueden producir efectos a la salud [2] mediante la investigación de la presente tesis se pretende analizar las posturas forzadas que causan efectos a la salud y así prevenir o evitar conflictos entre el empleado y empleador y también en casos ya encontrados de intervenciones quirúrgicas, así como poder desarrollarnos profesionalmente ya que el tener alguna observación médica imposibilita seguir trabajando en mejores empresas.

1.1.1 Pregunta principal de investigación.

¿De qué manera se puede determinar que las posturas forzadas en los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral pueden producir efectos a la salud?

1.1.2 Preguntas secundarias de investigación.

- ¿Cómo evaluar el valor postural de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral?
- ¿Cuál es el índice de incomodidad de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral?
- ¿Cómo se evalúa el los niveles de actuación de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral?
- ¿Cuáles podrían ser los posibles efectos de las posturas forzadas?

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo general

Evaluar si existen efectos a la salud producidos por las posturas forzadas en los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral desde el punto de vista del análisis biomecánico

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el código de postura y el valor postural biomecánico

- Evaluar el índice de incomodidad de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral
- Determinar los rangos de valorización para los niveles de actuación
- Identificar los trastornos musculo esqueléticos de acuerdo a la posición donde se produce las posturas forzadas o sobreesfuerzos.

1.3 Hipótesis

Dado que los trabajadores adoptan posturas forzadas durante el mantenimiento de fajas transportadoras de mineral es probable que generen efectos a la salud.

1.4 Justificación e Importancia

La industria minera en nuestro país ha crecido notablemente, y esto implica un crecimiento en todos los ámbitos, Mas empresas contratistas, mayor fuerza laborar, mayor exposición a nuevas peligros y riesgos, mayor acceso a información.

Se ha mejorado notablemente la cultura de las industrias mineras en seguridad y salud ocupacional en relación a prácticas mineras antiguas, pero estamos en el compromiso como profesionales de la seguridad en buscar mejoras que vayan en mejora de la salud de trabajadores a plazo largo. Los cual no se investiga en la actualidad.

1.4.1 Profesional

La presente tesis ayuda a poder desarrollar nuestra competencia como profesionales ya que la industria minera en nuestra localidad ha crecido notablemente.

1.4.2 Social

La presente tesis ayuda socialmente a buscar mejor relaciones ya que evitaremos conflictos sociales por disconformidades del personal empleado en la industria minera, mejorar el grado de vida de las personas.

1.4.3 Económica

Económicamente es favorable ya que evitaremos gastos futuros tanto de la industria como al estado por solicitud de indemnizaciones, como también a las personas por consultas médicas, ausentismo laboral es lo que se presenta frecuentemente en la actualidad en las corporaciones dedicadas al mantenimiento de fajas pudiendo ser controlado.

1.4.4 Legal

La presente tesis contribuirá con la identificación de riesgos laborales producidos por las posturas forzadas en el mantenimiento de fajas transportadoras para tomar medidas preventivas y Cumplir con la legislación vigente

1.4.5 Empresarial

La salud ocupacional de los trabajadores, no es aquella que se presenta súbitamente, sino la que se puede presentar con el transcurso de los años; es por ello que el empleador está en la obligación de buscar alternativas adecuadas de control.

Estas medidas de control, recae sobre los administradores de seguridad los que se valen de diversos métodos para controlar, minimizar el riesgo que pueda afectar la salud ocupacional de los trabajadores.

Todas las medidas que adopte la empresa, a través de los administradores de la SSO de sus trabajadores, no hacen más que reforzar la responsabilidad que tiene el empleador para garantizar un ambiente de trabajo saludable, con ello demostrar la responsabilidad empresarial.

1.4.6 Técnica

La forma correcta de hacer el trabajo no es responsabilidad del trabajador, sino que esta nace desde la gerencia de la empresa y

culmina en el último trabajador de la empresa; la manera de cómo se identifican todos los peligros y se valora riesgos requiere no solo de conocimientos sino de técnicas que la empresa debe adoptar previamente y hacer del conocimiento de todos los trabajadores.

Estas mejoras en la forma de cómo realizar el trabajo, de manera que no afecte la seguridad, salud ocupacional (SSO) del total de los trabajadores se constituye en la mejora de las técnicas de un trabajo seguro y saludable, es por ello que, al determinar una metodología adecuada para anticipar la probable ocurrencia de enfermedades ocupacionales, será de gran aporte al desarrollo técnico de los trabajadores.

1.5 Alcances y Limitaciones

1.5.1 Alcances

La tesis es desarrollada dentro del sector minero en la etapa de mantenimiento, en el proceso de mantenimiento mecánico, en la actividad de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral.

1.5.2 Limitaciones

El trabajar con personas, Factor humano resulta complicado ya que no se sabe cómo reaccionaran a ciertos estímulos el hecho de sentirse observados hace que no se pueda tener muestras al 100 % reales.

Otro factor limitante es el tiempo y trabajo ya que el hecho de estar laborando en una empresa contratista limita mucho el hecho de disponer tiempo para la investigación.

Los constantes cambios de la guía de egresado es otro limitante ya que nos retrasó los plazos por estar actualizando la presente tesis.

CAPÍTULO 2:

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Ergonomía

2.1.1 La ergonomía

Es básicamente la interacción Hombre _maquina buscando aumentar su eficacia seguridad y confort entre el trabajo y la persona. [4]

2.1.2 La antropometría

Relacionada con las medidas del cuerpo humano, la ergonomía se apoya para plantear espacios de trabajo, herramientas Etc. [4]

2.1.3 La ergonomía biomecánica

Estudia al cuerpo humano con el fin de buscar su máximo rendimiento sin sufrir lesiones. [4]

2.2 Salud ocupacional

Actividad multidisciplinaria con el objetivo de prevenir y controlar las enfermedades accidentes que pueden deteriorar la salud de las personas en el trabajo con el apoyo de la medicina del trabajo, ergonomía, Psicología organizacional e higiene industrial. Buscando el bienestar del trabajador. [5]

2.3 Biomecánica

La biomecánica es una disciplina ocupada del análisis del cuerpo humano en relación a los movimientos mecánicos, para evaluar el comportamiento del cuerpo humano, encontrando sub disciplinas:

2.3.1 Biomecánica Medica

Encargada de las patologías del cuerpo humano buscando soluciones

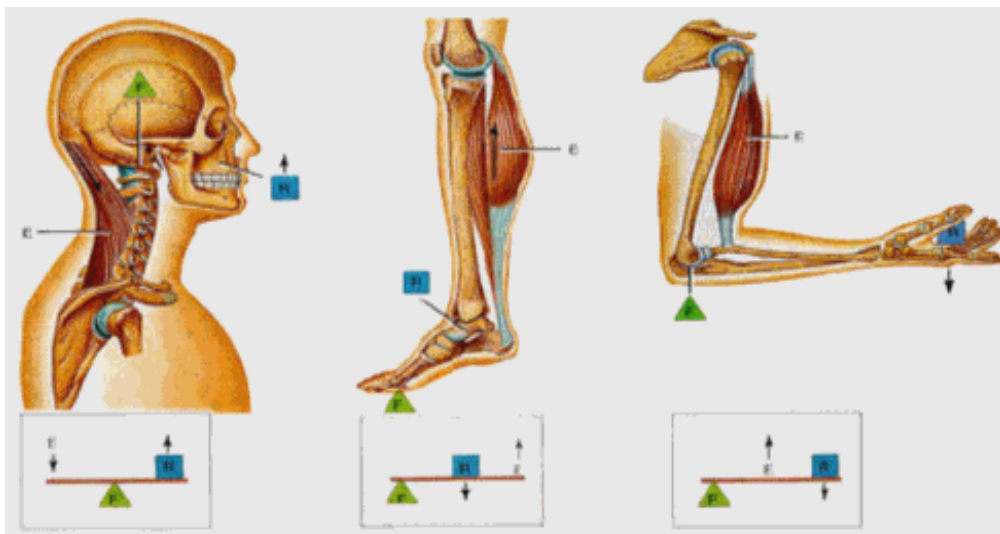
2.3.2 Biomecánica deportiva

Evalúa prácticas deportivas con el fin de mejorar los rendimientos.

2.3.3 Biomecánica ocupacional

Evalúa la interacción entre los diversos elementos y el cuerpo humano según necesidades y capacidades [6]

Figura 1. Modelos de los miembros como palancas.



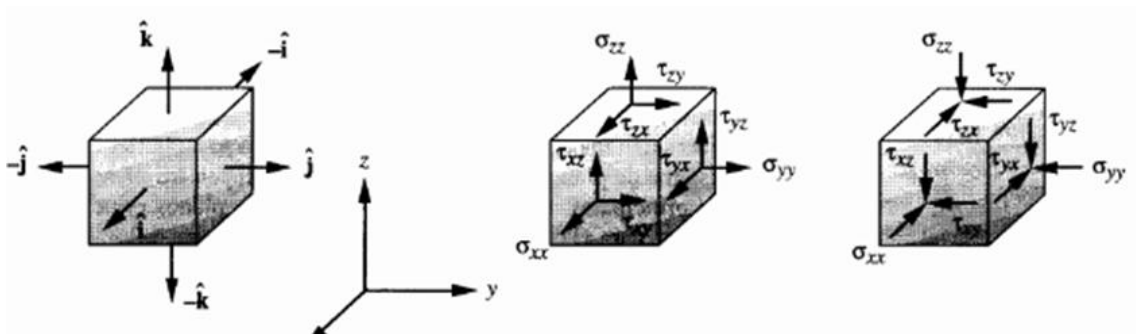
Fuente: Antoniazzi, Luis D. Variables Biomecánicas. PubliCE .Standard. 18/11/2001. Pid: 10

Interpretación: La imagen muestra el principio de palanca utilizado en la biomecánica.

En el análisis biomecánico se habla de escalares o vectoriales, por ejemplo, el decir que un objeto tiene 80 kilogramos (kg) de masa. La cantidad vectorial,

es la magnitud y dirección asociada a ésta. Así mismo el vector fuerza es una perturbación o carga mecánica, se ejerce cuando un objeto es empujado o tirado, o cuando una pelota es lanzada o golpeada. Estas fuerzas se clasifican de varios modos según sus efectos y orientación. Se tiene también los vectores de torque y momento, que el efecto de la fuerza en el objeto sobre el que se aplica depende de cómo la fuerza se aplica y cómo se mantiene el objeto. La figura 3 muestra los componentes de estos esfuerzos y las direcciones vectoriales.

Figura 2. Componentes de los esfuerzos.



Fuente: Tomado de "Guía del Curso de Mecánica de Rocas". Por Benavente (2016)

2.3.4 Modelos biomecánicos

Se puede dar mediante cada miembro del cuerpo humano por ejemplo la de palanca y también existen modelos informáticos basados en programas informáticos. Los modelos se clasifican en Físico y matemático. [6]

2.4 Postura

Posición que adopta el cuerpo para cierta actividad [7]

2.4.1 Postura forzada

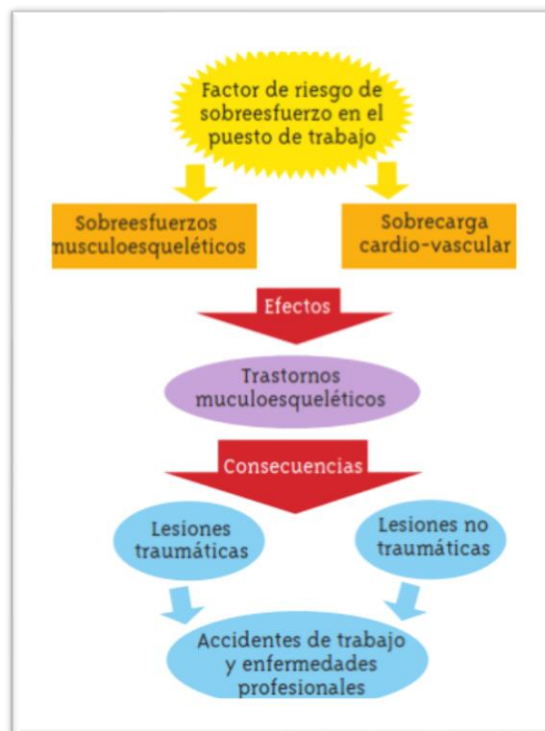
Son posturas inadecuadas en el trabajo que pueden generar trastornos musculoesqueléticos, y también los elementos que contribuyen puede ser la

frecuencia de movimiento, el tiempo que se adopta la posición, posturas de las extremidades del cuerpo [7]

2.4.2 Los Sobreesfuerzos.

Cuando exigimos al cuerpo sobre el límite del mismo, estamos frente a un sobre esfuerzo, entonces estos son la sobre exigencia fisiológica en el desarrollo de un trabajo. Con el tiempo las consecuencias del sobreesfuerzo se manifiestan en trastornos musculoesqueléticos, además de efectos en el sistema cardiovascular. La junta de Castilla y León realizan la siguiente secuencia de las condiciones no ergonómicas

Figura 3. Condiciones No ergonómicas del puesto de trabajo.



Fuente: Tomado de “Stop a los sobreesfuerzos en el trabajo”, por Junta de Castilla y León.

Interpretación: la figura muestra la consecuencia de trabajar sin condiciones ergonómicas.

2.4.3 Efectos sobre la salud

Las posturas forzadas originan trastornos musculoesqueléticos. De aparición progresiva y lenta y de carácter inofensivo, por lo que se suele ignorar el síntoma hasta donde se hace crónico y aparece un efecto permanente; se localizan tendones, pueden dañar los nervios o impedir el flujo sanguíneo a través de venas y arterias. Se pueden presentar como:

- **Traumatismos específicos en hombros y cuello.** 1) Tendinitis del manguito; 2) Síndrome de estrecho torácico o costoclavicular; 3) Síndrome cervical por tensión.
- **Traumatismos específicos en mano y muñeca.** a) Tendinitis; b) Tenosinovitis; c) Dedo en gatillo; d) Síndrome del canal de Guyon; e) Síndrome del túnel carpiano.
- **Traumatismos específicos en brazo y codo.** a) Epicondilitis y epitrocleitis; b) Síndrome del pronador redondo; c) Síndrome del túnel cubital.

2.4.4 Causas de las lesiones musculoesqueléticas.

Ocurren por la exposición a riesgos relacionados con las posturas forzadas, los movimientos repetidos y la manipulación de cargas. El ritmo de trabajo es un indicador de las demandas externas y la adopción para la ejecución de un trabajo a alto ritmo. Si durante la ejecución de un trabajo, se da una inactividad física se le denomina como tiempo de reposo; estos tiempos evitan la fatiga de los músculos utilizados en la ejecución de la tarea.

2.4.5 Efectos sobre la salud.

Las LMS pueden afectar a cualquier parte del cuerpo con diferentes niveles de gravedad relacionadas con la fatiga hasta afecciones periarticulares irreversibles. No son productos a consecuencia de traumatismos, sino por sobrecarga mecánica, de determinadas zonas del cuerpo de los trabajadores. Los efectos de las LMS pueden mitigarse con acciones preventivas, para ello

se debe evaluar las condiciones de trabajo y por ende evaluar los riesgos asociados.

2.5 Trastorno Musculo esquelético (TME)

Son las alteraciones a estructuras corporales como articulaciones, músculos, tendones, hueso a efecto de entrono del trabajo que mayormente se dan como resultado de trastornos acumulados de tiempos prolongados con síntomas de dolor e incomodidad

2.5.1 Trastorno musculo esqueléticos en miembros inferiores

Los más conocidos son:

- **Patologías Articulares.** Afectan las articulaciones como la artrosis y artritis
- **Patologías Periarticulares.** Afecta al musculo que rodea la articulación como los tendones, ligamentos.
- **Patologías Oseas.** Afectan los huesos y se muestran mediante fracturas, etc. [8]
- **Otras patologías.** Afecta otros elementos del sistema músculo_esquelético. (sistema vascular o los nervios) como la parálisis de nervios por presión las varices.
- **Traumas músculo esqueléticos en miembros inferiores según localización.**
 - **Cadera**
 - **Bursitis Trocantérea**
 - **Muslos y glúteos**
 - **Bursitis Glútea**
 - **Bursitis de la fascia anterior del muslo**
 - **Bursitis Retrocalcánea**
 - Osteopatía dinámica del pubis
 - Parálisis del nervio ciático poplíteo

- **Rodilla**
 - **Bursitis Prerrotuliana**
 - **Lesiones del menisco**
- **Pierna**
 - **Periostitis tibial**
- **Tobillo**
 - **Bursitis maleolar externa**
 - **Esguince**
 - **Tendinitis**
 - **tenosinovitis**
- **Pie**
 - **Bursitis precalcánea**
 - Talalgia
 - Sesamoiditis
- **Localización no preferente**
 - **Artritis**
 - **Artrosis**
 - **Afectación vascular**
 - **Contracturas**
 - **Dislocación**
 - **Fractura**
 - **Luxación**
 - **Mialgia**
 - **Parálisis del nervio ciático popliteo externo**
 - **Varices [8]**

2.6 Método Rapid Lower Limb Assessment

El Método de Evaluación rápida de la extremidad inferior, es la evaluación de la amenaza músculo - esquelética en miembros inferiores el cual se llama RLLA (Rapid Lower Limb Assessment) basados en métodos REBA y RULA, investigación realizada y validada por Mapfre seguridad el año 2007 [8]

2.7 Lesiones musculoesqueléticas (LME)

Situación de molestia y dolor en alguna parte del cuerpo, pueden aparecer en Espalda, cuello, Rodillas, Pies, Piernas, etc. Pudiendo identificarse clínicamente a consecuencia de las condiciones de trabajo con síntomas como: Dolor o sensación de hormigo en extremidades afectando músculos o articulaciones, pérdida de fuerza y pérdida de sensibilidad.

2.7.1 Factores de riesgo

pueden ser:

- **Factores biomecánicos.** Por posturas forzadas, fuerza excesiva, trabajos repetitivos.
- **Factores Psicosociales.** Por exigencia, mal clima laboral, falta de control o trabajo monótono
- **Factores del entorno.** Pudiendo ser deficiente diseño del ambiente de trabajo, iluminación etc.
- **Otros factores.** Como el género, jornadas de trabajo exigidos en tiempo.

[9]

2.8 Fajas transportadoras

Estructura de goma con alma de textil o cable de acero que sirve para transportar materiales unidos por un empalme que puede ser al frío o al caliente (vulcanizado).

CAPÍTULO 3

ESTADO DEL ARTE

3.1 Análisis del Estado del Arte

Este punto corresponde a la revisión de la literatura correspondiente a publicaciones precedentes en temas relacionados con la investigación, es por ello que se ha revisado diversos artículos y tesis cuyo resumen de cada uno de ellos se inserta a continuación.

Según Duarte E. realiza una investigación que está centrada en lo siguiente: Pretende explicar las causas raíces y las formas de evitar riesgos laborales, realizando un análisis y la comprobación de las tareas relacionadas con las tareas de los trabajadores de mantenimiento, intendencia y jardinería de la UTM que son los más propensos a adquirir trastornos de los músculos, tendones y nervios, por las actividades físicas que realizan. El método utilizado para dar respuesta al análisis y evaluación de carga postural es OWAS (Ovako Working Postura Analysis System) desarrollado por Osmo Karhu y Bjorn Trappe del centro de Salud Ocupacional y el Instituto de salud Laboral de Finlandia. [10]

Chávez, P; Collantes, J; y Maylle, K. (2013), realizan una investigación que está centrada en lo siguiente: Determinar los riesgos según por las posturas adoptadas por los trabajadores de construcción civil. El estudio es descriptivo de corte transversal. La población fue de 68 obreros. Discuten sobre las posturas adoptadas, el mayor riesgo está en brazos y el tronco al realizar movimientos de rotación, flexión y extensión, principalmente en zona sacra, tronco y extremidades superiores. Encontraron zonas de riesgo como: tronco 63%, brazos 60% y la zona de menor afectación y riesgo las piernas con 46%. Concluyeron que, según las posturas adoptadas por los trabajadores, el grupo que más presenta la categoría de riesgo 3, es decir posturas con efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético. [11].

En la investigación, Ferro, A. y Floría, P. (2007), Elaboran un cuadro de indicadores de eficacia que clasifique, ordene y permita la valoración de la técnica deportiva del lanzamiento de disco basándose en criterios biomecánicas. La metodología se conformó de las siguientes etapas: 1) Recopilar información; 2) Fijar objetivo; 3) Dividir el movimiento en fases; 4) Determinar la eficacia de cada fase; 5) Identificar los aspectos técnicos; 6) Identificar y definir las variables biomecánicas; 7) Fijar los criterios de valoración de las variables; 8) Anotar los valores aportados. El resultado del estudio fue el Cuadro de Indicadores de Eficacia Técnica-Biomecánica que permite: i) Relacionar el lenguaje de los entrenadores con el de los biomecánicos; ii) Facilitar la interpretación de variables biomecánicas y su valoración objetiva y iii) Contrastar los resultados procedentes de nuevos estudios con los de la literatura, ofreciendo soluciones claras a problemas concretos [12].

Angulo, R. (2013), realiza la investigación que está centrada en: El objetivo fue crear mejoras desde el punto de vista de la Biomecánica Ocupacional. Se elaboró un panorama de riesgos y un manual de normas de seguridad e higiene industrial, para

mejorar las condiciones y generar un clima laboral estable, y buena percepción de sus labores. Se investigó los problemas relacionados con la SSO, y la interacción entre el operario y su puesto de trabajo. Se encontró que en el área de producción se presentan riesgos mecánicos, y locativos. Se aplicó el método REBA, mediante observaciones [13].

La tesis de Guachetá, J; y Ramírez, A. (2015); el proyecto se enmarca en el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores del área de coquización, para tal hecho se diseñó un manual para identificar los peligros y prevenir los riesgos biomecánicos. Para validar la hipótesis planteada se revisó las fuentes primarias y secundarias mediante observación directa y encuestas; los resultados obtenidos evidenciaron la necesidad de buscar soluciones y métodos de control sobre cómo realizar las labores de manera adecuada y de esta manera lograr que el personal se apoye y se apropie de este conocimiento y lo lleve a la práctica en sus labores cotidianas. [14].

Según la Agencia europea para la seguridad y salud en el trabajo EU – OSHA, (2018), En la publicación de Trastornos musculoesqueléticos (TME), indica que son el origen de las enfermedades laborales más comunes en Europa, Generando el gasto de millones de euros a los empresarios por bajas laborales y tratamientos médicos, en algunos casos llegando a la discapacidad y la necesidad de dejar de trabajar. Normalmente son varias causas las que contribuyen entre ellas tenemos la manipulación de carga, movimientos repetitivos, posturas forzadas y se consideran también como factor el riesgo psicosocial, Alto nivel de exigencia en el trabajo y la escasa satisfacción laboral. Para poder abordar esta problemática se debe de realizar la evaluación del riesgo con la participación de los empleados guiados por un profesional [2]

En la investigación del 04/05/2010, EU – OSHA, La seguridad y salud en el trabajo en cifras: Muestra los trastornos musculo esqueléticos relacionados con el trabajo en la UE Datos y cifras, en el informe nos indica que, en los años 2001, 2002, 2003 se ha incrementado las enfermedades profesionales en España con una muestra de 100 000 trabajadores en el año 2000 se tenía como índice 125.26 enfermedades ocupacionales con ausencia incrementado a 173.2 al año 2003 por diversos factores. En relaciona a los TME en la encuesta del 2003 el 79 % de los encuestados indican que tienen trastornos musculo esqueléticos en el orden de 40.9 % en parte inferior de la espalda, 40 % cuello y 22.9, parte superior de la espalda. Los TME se da en todas las edades aumentando significativamente entre los 40-54 años, siendo más frecuente en varones que en mujeres. [15]

La fundación estatal para la prevención de riesgos laborales de España en el boletín “Tu salud no está en nómina”. Publicada por CCOO, toca el tema de Lesiones Musculoesqueléticas, indican: Las enfermedades musculoesqueléticas equivalen a 75.4 % de enfermedades laborales en Andalucía. Según el estudio de impacto de enfermedades en Andalucía del 2013. Indicando de la misma forma que las posturas dolorosas o fatigantes considera un 26.6 %, levantar cargas utilizando fuerzas importantes con un 23.7 % de las personas trabajadoras. Dicha investigación también revela que las personas no cuantificadas son las que más tiempo pasan en posiciones menos saludables, 37.6 % con espalda doblada, 13 % Arrodillados, 9.4% de cuclillas. La normativa existe, pero no es suficiente para poder disminuir estos problemas por lesiones musculoesqueléticos, por lo que proponen realizar programas de ergonomía participativa y que se realice la prueba de su efectividad y debe de caracterizarse por: Integrar la acción preventiva en todas las áreas, abordar el riesgo ergonómico, Permitir los controles dentro de las empresas. [16]

Según la fundación Eroski en la página Consumer en su publicación “Las enfermedades musculoesqueléticas, principal causa de la incapacidad en el mundo” nos indica: Las causas más frecuentes de incapacidad en el mundo se da por las enfermedades musculoesqueléticas afectando negativamente a las personas por no poder desarrollar sus actividades normalmente así lo informa la organización mundial de la salud (OMS), las atenciones de estas enfermedades son las más costosas por el extenso tiempo de tratamiento consumiendo el 3 % del Producto Bruto Interno de los países desarrollados, y la preocupación de OMS es que las cargas económicas y sanitarias de estas patologías aumentan drásticamente. Añade el catedrático Anthony Woolf Investigador británico, afirma que la esperanza de vida como el envejecimiento de la población aumentado la incidencia de enfermedades musculoesqueléticas en el mundo. Afirmando también que esto se mantiene en los países en vías de desarrollo a causa del aumento de la motorización y urbanización.

La organización mundial de la salud (OMS) señala que se debe de dar prioridad al desarrollo de estrategias de prevención de los efectos de las enfermedades musculoesqueléticas. Añade la ex directora de la organización sanitaria Gro Harlem Brundtland indica que la enfermedades musculoesqueléticas son la causa de morbilidad a nivel mundial influyendo en la calidad de vida de las personas, el objetivo de la organización mundial de la salud es de impulsar y aportar esperanza a millones de pacientes que sufren este tipo de enfermedades que abarcan cerca de 150 enfermedades distinguidas por dolores fuertes y perdida de funciones físicas, entre el 51 % y 59 % de pacientes en diez años de dichas enfermedades llegan a retirarse del puesto laboral.

Los gastos en países sub desarrollados alcanza los 100 000 millones de dólares por este tipo de tratamientos, por ello se sugiere el aumento en la investigación para perfeccionar las metodologías y prevenir es urgente. [3]

Según el informe del departamento de información e investigación del instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. MEYSS del gobierno de España en “El trastorno musculoesquelético en el ámbito laboral en cifras del año 2011”, llegan a la conclusión: Que el 38.5 % de accidentes en una jornada de trabajo son efecto de un sobreesfuerzo, de la misma forma los traumas musculoesqueléticos representan el 71 % de las enfermedades profesionales. El 84 % de personas encuestadas señalan que son sometidos siempre algún tipo de sobreesfuerzo físico en el trabajo en el caso de movimientos repetitivos de manos y brazos equivalen al 59 % y el 35.8 a posturas forzadas [17]

Según el informe “Lesiones musculo esqueléticas de origen laboral “de la secretaria de salud laboral y medio ambiente de CCOO de Asturias nos indica: Los TME son el principal problema de salud en los países industrializados y principal causa de ausentismo laboral. Cada año en España aumente estos casos en una proporción de 20 000 casos nuevos por año, así mismo detalla que en el 2004 el 21 % de trabajadores presentaron dolencias relacionadas a TME, en Europa se estima que el año 1997, 44 000 trabajadores presentaron dolores lumbares, 45 % de ellos por posturas de trabajo. En 1998 el 25 % de notificaciones corresponde a sobreesfuerzos. [18]

María Belén Trujillo Bazante (2017) llevo a cabo la investigación: Posturas de trabajo de los estudiantes de séptimo a noveno semestre en la Clínica Integral de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador. Período septiembre 2016-febrero del 2017. En Quito Ecuador. En el contexto del trabajo es analizar las posturas que adquieren los estudiantes de la facultad de odontología de acuerdo al método RULA dando como resultado que el 98 % de estudiantes Optan por posturas inadecuadas que representan un riesgo ergonómico alto con una muestra de 136 alumnos de séptimo, octavo y noveno semestre.

Recomendando implementar una cátedra de ergonomía en la carrera, supervisar las posturas, realizar estudios sobre las causas de las posturas, implementar pausas activas. [19]

Jorge Enrique Silva Vargas (2011) llevo a cabo la investigación "Evaluación ergonómica de movimientos monótonos y repetitivos en la sala de empaque de una empresa farmacéutica" Lima Perú. La investigación se realizó en farmaindustria con un total de 400 trabajadores en donde se revisa la primera matriz IPER del año 2007 donde no se evalúa los riesgos ergonómicos por la no existencia de ningún requisito legal. En la segunda matriz se identificaron 4 procesos adicionales, se realizó una evaluación en cada proceso bajo el método RULA obteniendo una matriz de cada proceso identificándolo en tres niveles y dando como resultado el rediseño de la tarea en algunos procesos, la recomendaciones de este estudio es el de adquirir muebles ergonómicos siguiendo los principios antropométricos, se debe de contemplar tiempos de descanso por cada hora de producción incluyendo en estos tiempos ejercicios, capacitación al personal, evitar adoptar posturas o movimientos incomodos todo esto ayudará a mejorar la calidad d vida y productividad de la empresa. [20]

María Isabel Verdezoto (2015) llevo a cabo la investigación Gestión técnica del riesgo ergonómico por posturas forzadas en el área de empaque de la planta de secos de la empresa levapan del ecuador. Quito: La investigación se realizó en la empresa Levapan en el cual laboran 148 personas, con el objetivo de disminuir la exposición a posturas forzadas, encontrándose estos en el 41 % de las actividades, se realizó la evaluación con el método REBA obteniendo que el 6 % de las actividades tiene un riesgo muy alto de posturas y 27 % posturas con riesgo alto. Se realiza una encuesta en donde el 63 % personal trabajador indica que es importante los TME, el 47 % de personal presenta patologías en las extremidades

inferiores Acabada la investigación en la empresa evidencio la disminución de TME en un 10 % Aproximadamente se hace la recomendación tener en cuenta la prevención de riesgos ergonómicos para la construcción de futuras plantas, ampliar la evaluación de riesgos relacionados con posturas forzadas e implementarlo dentro del sistema de gestión. [21]

Lisbeth Annabel Ibarra Magallanes, Martha Esther Ladinez Pluas (2018) Llevaron a cabo la investigación, La ergonomía biomecánica en la prevención de lesiones musculoesqueléticas, al personal de enfermería en el área de cirugía general del hospital del niño Dr. Francisco Icaza Bustamante 2017- 2018. La presente investigación se realizó en el Hospital del niño Dr. Francisco Icaza Bustamante Guayaquil Ecuador con una muestra de 26 auxiliares de enfermería y 35 licenciadas, el instrumento utilizado fue la encuesta con un cuestionario nórdico, obteniendo que el 47 % del personal tiene poco conocimiento de la ergonomía biomecánica y que el 67 % de personal de enfermería realiza traslado de pacientes , el 49 % lo realiza de manera muy dura y el 31 % presenta TME Dolor Ciático concluyendo que el personal de hospital en el área de enfermería está expuesto a TME por falta de conocimiento de la ergonomía biomecánica, y por ende el autocuidado. [22]

Según Mirtha Fredesvinda Mestanza Tuesta (2013) Llevo a cabo la investigación “Evaluación de riesgos asociados a las posturas físicas de trabajo en el proceso de preparación de equipos para alquiler en una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada”. La evaluación se realizó a un trabajador de 19 años que dentro sus 14 tareas asignadas 9 presentaron riesgo a posturas forzadas, identificando un total de 3706 posturas, Bajo el método OWAS el 18.94 % poseen un nivel de riesgo alto, 17.57 % nivel de riesgo medio y 49.94 un nivel de riesgo aceptable. De todas las posturas evaluadas en primer lugar encontramos los que se producen a nivel de

miembros inferiores y en segundo lugar el nivel del tronco, dicho estudio permite recomendar mejoras en las condiciones después de haberlas identificado. Así como también es importante el involucramiento del empleador en brindar mejores condiciones en los puestos de trabajo [23]

Paola Yamileth Ayala Ramírez, María Alejandra Gutiérrez Valdez (2018) Llevan a cabo la siguiente investigación, Incidencia de los riesgos ergonómicos en la salud ocupacional de los estibadores de la asociación de comerciantes mayoristas en tubérculos, granos y derivados de Arequipa – 2017. La investigación se realizó en la asociación de comerciantes mayoristas en tubérculos, granos y derivados de Arequipa ASOCOMAT, con una población de 70 trabajadores llegando a la conclusión de que los estibadores tenían poco conocimiento de los temas ergonómicos y los efectos a la salud, así como se identificó que el 37.57 % realiza el levantamiento de cargas, 24.29 % aplicación de fuerza, 21.43 % toma posturas forzadas provocando en ellos TME. Los trabajadores no optan por ninguna medida de prevención o protección con el fin de evitar futuras enfermedades musculoesqueléticas, Se sugirieron una mayor capacitación y sensibilización en relación a la salud de los trabajadores y de la misma forma se plantea el transporte de mercadería en sacos con pesos de acuerdo a la ley vigente y no de 100 o 1300 kg como se viene transportando a la fecha. [24]

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Metodología de la investigación.

El método de investigación está dado por los parámetros identificados de la manera como se llevará adelante la investigación, es de enfoque cuantitativo que utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico [25]

El tipo de estudio es correlacional ya que se asocian variables mediante un patrón predecible para una población de 55 personas de la empresa AQP Industrial Service SAC.

- Por la finalidad, es Aplicada
- Por el Enfoque, es Mixta
- Por la Ocurrencia, es Prospectiva
- Por el control de las variables, es Experimental

4.2 Método de Investigación

Para el análisis de la frecuencia se realizará mediante

4.2.1 Frecuencia de la postura

Las actividades de mantenimiento de las fajas transportadoras hacen que los trabajadores adopten constantemente una posición forzada, incrementando

el nivel de riesgo. A mayor frecuencia, el riesgo tiende a incrementar debido a la actividad física que requiere la ejecución de la tarea a una velocidad variable. La frecuencia, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F = \frac{N^{\circ} \text{ de movimientos}}{\text{Minuto}}$$

- **Tiempo de postura forzada.**

El tiempo prolongado que un trabajador mantiene la misma postura; además si la postura que se adopta es forzada, el tiempo en que mantiene esa forma postural debe ser mucho menor.

- **Actividad Física.**

Es el movimiento corporal que exija gasto de energía. Las actividades físicas entrañan movimiento corporal por la realización de un trabajo/tarea.

- **Trastornos Musculo esqueléticos (TME).**

Son problemas a los músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamento y nervios; las consecuencias van desde simples molestias leves y pasajeras hasta lesiones irreversibles e incapacitantes. La aparición de los TME por posturas forzadas presenta las siguientes etapas:

1. **Primera.** Aparece dolor y cansancio durante las horas de trabajo, y desaparece fuera del mismo; el tiempo de duración es de meses hasta años.
2. **Segunda.** Los síntomas aparecen al inicio de la jornada laboral, continúan por la noche; generalmente alteran el sueño y reducen el rendimiento laboral; el tiempo de duración puede persistir durante meses.

3. **Tercera.** Los síntomas se inician con la jornada laboral, continúan durante el descanso; las molestias hacen que al trabajador se le haga difícil cumplir con sus labores así sean triviales.

• **Síntomas Generales.**

- i) Dolor localizado,
- ii) Rigidez que aparece en la nuca, espalda y hombros,
- iii) Hormigueo, entumecimiento, adormecimiento,
- iv) Pérdida de fuerza,
- v) Pérdida de sensibilidad;
- vi) Fatiga muscular.



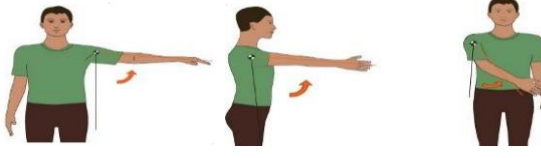
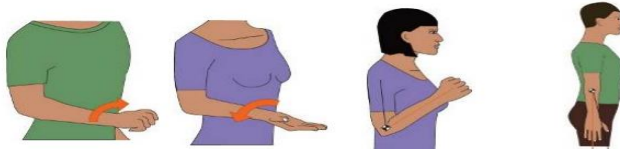
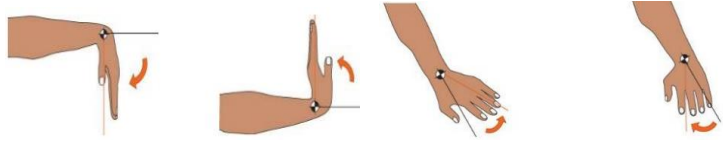
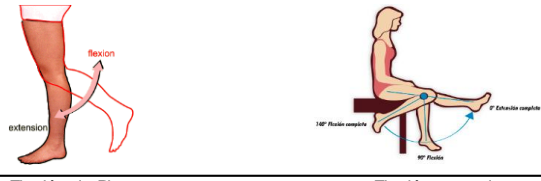

Tabla 1: *Traumatismos musculo esqueléticos*

Zona Corporal	Riesgos del Trabajo	Síntomas	Lesiones		
Espalda	1 Postura mantenida (de pie o sentado)	1 Dolor localizado de la parte inferior de la espalda o irradiándose hacia las piernas 2 Rigidez de la columna	1 Lumbalgias 2 Ciática 3 Distensión muscular 4 Lesiones discales 5 Espasmo muscular		
	2 Tronco hacia adelante de pie o sentado.				
	3 Posturas forzadas del tronco: giros e inclinaciones				
	4 Trabajo físico intenso				
	5 Vibraciones transmitidas a través de los pies				
	6 Manipulación de cargas pesada				
Cuello	1 Posturas forzadas de la cabeza (cabeza girada o inclinada)	1 Frecuente dolor, rigidez, entumecimiento, hormigueo p sensación de calor localizado en la nuca, durante o a lo largo de la jornada	1 Dolor 2 Espasmo muscular 3 Lesiones discales 4 Tendinitis del manguito de los rotadores 5 Síndrome de estrecho torácico o cardiovascular 6 Síndrome cervical por tensión		
	2 Mantener la cabeza en la misma posición				
	3 Movimientos repetitivos				
Hombros	1 Brazo extendido hacia delante, en alto o hacia los lados	1 Inflamación de las vainas tendinosas o articulaciones	1 Periartritis 2 Bursitis 3 Tendinitis del manguito de los rotadores 4 Síndrome de estrecho torácico o cardiovascular 5 Síndrome cervical por tensión		
	2 Codos levantados hacia los lados				
Codos	1 Trabajos repetitivos de rotación de manos o de flexión / extensión de la muñeca	1 Comprensión en codos 2 Dolor e hinchazón 3 Inflamación de las vainas tendinosas o articulaciones 4 Inflamación del codo	1 Codo tenista o Epicondilitis 2 Codo golfista o Epitrocleititis 3 Síndrome del pronador redondo 4 Síndrome del túnel cubital		
	2 Sujeción de objetos por su mango				
	1 Giro o flexión repetida de muñecas trabajar con la muñeca doblada			1 Presión de los nervios que pasan por la muñeca, (síndrome del carpiano) 2 Frecuente dolor, debilidad o entumecimiento de la mano y la muñeca, irradiándose por todo el brazo 3 Endurecimiento de los tendones sin dolor	1 Síndrome del túnel carpiano 2 Tendinitis 3 Entumecimiento 4 Distensión 5 Tenosinovitis 6 Dedo de gatillo 7 Síndrome del canal de Guyón
	2 Presión manual (hacer fuerza con las manos)				
3 Posturas forzadas de la muñeca, que implica el uso de dos o tres dedos para agarrar objetos					
Piernas	1 Posición sentada constante	1 Esguinces e inflamación de tendones 2 Desarrollo de coágulos sanguíneos, varices, por presión localizada.	1 Hemorroides 2 Ciática 3 Varices 4 Pies entumecidos 5 Bursitis de la rodilla 6 Entumecimiento y hormigueo de las piernas		
	2 De pie constante				
	3 Arrodillado o apoyado en una sola pierna la mayor parte del tiempo				

Fuente. Adaptado de “*Guía de Prevención de Riesgos Musculoesqueléticos Derivados de la Adopción de la Postura Forzada*”. Por Prevalia CGP S.L.U (2008).

Interpretación: La tabla 1 muestra las lesiones que se puede ocasionar en base a los riesgos de trabajo y zona corporal, así como los síntomas por la adopción de posturas forzadas.

Figura 6. Posturas y movimientos forzados y localización del dolor.

Postura y Movimiento Forzado	Localización del Dolor	Postura y Movimiento
	Cabeza y Cuello	 <p>Flexión Inclinación Lateral Torción</p>
	Tronco	 <p>Inclinación lateral y rotación Axial</p>
	Brazo	 <p>Abducción Flexión Aducción</p>
	Codo	 <p>Pronación Supinación Flexión Extensión</p>
	Muñeca	 <p>Flexión Extensión Desviación Ulnar o Cubital Desviación Radial</p>
	Rodilla	 <p>Flexión de Pie Flexión sentado</p>
	Tobillo	 <p>Flexión o Flexión Plantar Extensión o Flexión Dorsal</p>

Fuente. Adaptado de “Guía de Prevención de Riesgos Musculoesqueléticos Derivados de la Adopción de la Postura Forzada”. Por Prevalia CGP S.L.U (2008).

Interpretación: La figura 6 nos muestra la postura forzada y en que localización se muestra el dolor

4.2.2 Codificación biomecánica de las posturas forzadas.

Para la codificación biomecánica, se ha tomado en cuenta la metodología propuesta por Alonso (2007), quien considera los factores de riesgo ergonómico basado en las metodologías REBA (Hignett y McAtamney, 2000) y RULA (McAtamney y Corlett, 1993); y menciona los siguientes indicadores para poder realizar la génesis de los Traumatismos Músculos Esqueléticos (TME):

Tabla 2. Indicadores para el análisis

Ítem	Descripción	Detalle
1	Superficie de apoyo del cuerpo sobre el suelo	a Apoyo sobre los pies
		b Apoyo sobre las rodillas
		c Apoyo sobre los glúteos
2	Angulo flexión rodilla	a 30° a 60°
		b > a 60°
3	Angulo flexión - extensión tobillo (dorsal - plantar)	a 0° a 15°
		b > a 15°
4	Simetría de la carga	a Carga bilateral
		b Carga unilateral /Postura inestable
5	Fuerza / Carga	a < 5 kg
		b 5 - 10 kg
		c > 10 kg
		d Carga de impacto o súbita
6	Índice de frecuencia	a Postura estática o frecuencia de repetición < 1 repetición / Min
		b Frecuencia de repetición > 5 repeticiones /min
		c Cambio postural súbito
7	Condiciones adversas	a Presencia de vibraciones
		b Bajas temperaturas
		c Apoyo sobre base e inestable o móvil

Fuente: Adaptada de "Tomado de la Génesis de TME: Una nueva forma de análisis".

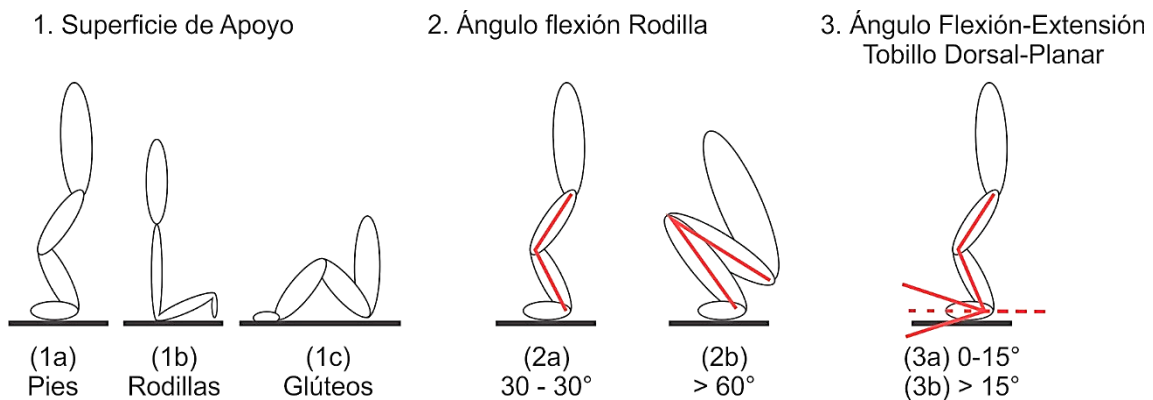
Por Alonso (2007).

De la combinación de cada uno de los indicadores señalados en la tabla 2, columna marcada de amarillo y columna de color verde, se obtiene una codificación alfanumérica, como se muestra a continuación: 1a, 1b, 1c; 2a, 2b; 3a, 3b; 4a, 4b; 5a, 5b, 5c, 5d; 6a, 6b, 6c, 6d; 7a, 7b, 7c. Ahora, cada una

de esta codificación tiene un significado, por ejemplo: 1a = El trabajador está apoyado sobre sus pies; 2b = El trabajador tiene flexionada la rodilla más de 60°; 3a = Que el trabajador tiene un ángulo flexión-extensión tobillo (dorsal-plantar) entre 0-15°; 4b = El trabajador soporta una carga unilateral / Postura inestable; 5c = Que el trabajador soporta una carga mayor a 10kg; 6a = El trabajador tiene postura estática o frecuencia de repetición < 1 repetición/min; 7b = El trabajador trabaja en bajas temperaturas.

Pero, así como cada combinación tiene un significado; también se pueden tener una combinación de todos los códigos, por ejemplo, el código 1a2b3a4b significa que el trabajador tiene una posición arrodillada, con ángulo de flexión de rodilla > 60 °, ángulo de flexión dorsal-plantar del tobillo 0-15 ° y unilateral / Postura inestable. La siguiente figura muestra la posición de codificación 1a2b3a4b.

Figura 17. Posición postural de codificación 1a2b3a.



Fuente: Adaptada de "Tomado de la Génesis de TME: Una nueva forma de análisis".

Interpretación: La figura 17 nos muestra la gráfica de la codificación 1a2b3a.

4.2.3 Valor postural biomecánico

Para poder cuantificar el riesgo asociado debido a las posturas forzadas que adoptan los trabajadores, se ha seguido las recomendaciones hechas por Alonso (2007); entonces se tiene un total de 12 posturas.

Tabla 3 Codificación de las posturas

Categoría	Código de postura	Nº	Descripción de la postura
Apoyo sobre pies	1a2a3a	1	Postura de pie normal
	1a2a3b	2	Postura de puntillas
	1a2b3a	3	Piernas flexionadas
	1a2b3b	4	Postura de canchallas
Apoyo sobre rodillas	1b2a3a	5	Arrodillado
	1b2a3b	6	Arrodillado hiperflexión - extensión tobillo
	1b2b3a	7	Arrodillado hiperflexión rodilla
	1b2b3b	8	Arrodillado hiperflexión rodilla hiperflexión - extensión tobillo
Apoyo sobre los glúteos	1c2a3a	9	Sentado
	1c2a3b	10	Sentado hiperflexión - extensión tobillo
	1c2b3a	11	Sentado hiperflexión rodilla
	1c2b3b	12	sentado hiperflexión rodilla hiperflexión - extensión tobillo

Fuente: Adaptado de “*Génesis de TME: Una nueva forma de análisis*”. Por Alonso (2007)

Interpretación: La tabla 3 muestra las posturas evaluadas y codificadas según el apoyo en miembros inferiores.

4.2.4 Determinación de los rangos de valoración

Para validar la metodología expuesta por Alonso (2007), se ha pedido que cada trabajador tome cada postura por el tiempo de un minuto, con dos minutos de descanso entre cada postura; inmediatamente se le ha asignado de manera subjetiva un valor a la incomodidad y/o molestia producida por la postura adoptada. Para evaluar la postura que adoptan los trabajadores se ha visto por necesario determinar rangos de valoración subjetiva, con una amplitud de 2 en los cuatro primeros valores + y los dos últimos con una amplitud de 1; a este rango de valoración se le ha denominado índice de incomodidad que está relacionado con la codificación de las posturas la tabla siguiente muestra los rangos establecidos.

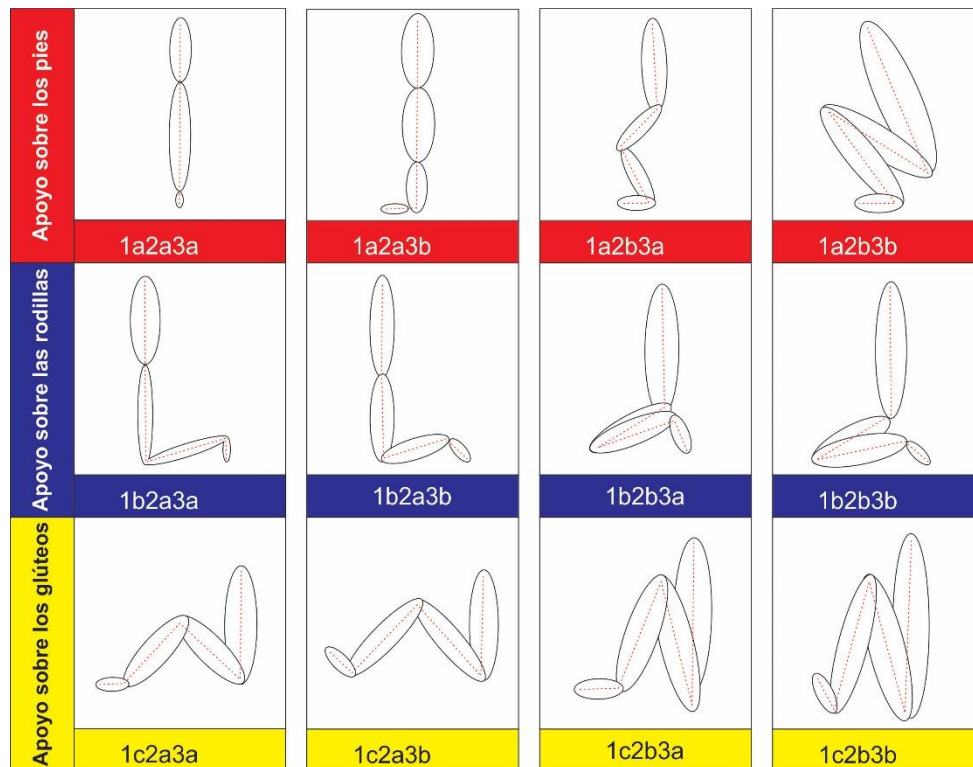
Tabla 4. Índice de Incomodidad

Ítem	Rango	Descripción
1	0 – 2	Confortable
2	2 – 4	Molestia ligera
3	4 – 6	Molestia moderada
4	6 – 8	Molestia aguda
5	8 – 9	Doloroso
6	9 – 10	Insoportable

Fuente: Adaptado de “*Génesis de TME: Una nueva forma de análisis*”. Por Alonso (2007)

Interpretación: En la tabla 6 se designa un rango numérico a cada grado de incomodidad.

Figura 18. Codificación de las posiciones.



Fuente: Adaptado de “*Génesis de TME: Una nueva forma de análisis*”. Por Alonso (2007).

Interpretación: a cada código de posición descrito en la tabla 3, se le ha asignado modelo postural tal como se muestra en la siguiente figura

4.2.5 Niveles de actuación

Antes de realizar el nivel de afectación a los trabajadores por la adopción de posturas forzadas, es necesario establecer los niveles de actuación, es decir se tiene que establecer en que valores se tiene que tomar medidas correctivas y la inmediatez de las mismas, para ello se ha considerado los siguientes valores:

Tabla 5. *Nivel de actuación*

Valor global	Nivel de actuación	Nivel de riesgo	Intervención
0 a 1	0	Despreciable	No necesita
2 a 3	1	Bajo	Puede ser necesaria
4 a 7	2	Medio	Necesaria
8 a 10	3	Alto	Urgente
11 a 15	4	Muy alto	Inmediata

Fuente: Adaptado de “*Génesis de TME: Una nueva forma de análisis*”. Por Alonso (2007)

Interpretación: La tabla 8 muestra se coloca intervalos numéricos para identificar el nivel de actuación, así como la intervención frente a la adopción de posturas forzadas.

No necesaria: La tarea o actividad puede seguir realizado con la misma práctica.

Puede ser necesario: Se puede implementar mejoras en las practicas

Necesaria: Se requiere realizar un plan de acción a largo tiempo

Urgente: Se requiere realizar un plan de acción a corto plazo

Inmediato: No se puede realizar la actividad o tarea con la misma práctica.

4.3 Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación es experimental, que son aplicados a experimentos Cuasiexperimentales ya que se analiza la causa y efecto de las posturas forzadas, en el cual se cumple los siguientes requisitos: [25]

- 1) se ha manipulado más de una variable independiente.
- 2) Se ha medido el efecto de las variables independientes sobre la variable dependiente.
- 3) Se ha verificado la validez interna de la situación experimental.
 - Observar las posturas que toman los trabajadores para realizar el mantenimiento de fajas transportadoras
 - Recopilar datos en la tabla de análisis biomecánico
 - Procesar la información estadísticamente en una hoja de cálculo Excel para codificar los niveles de actuación de las posturas
 - Analizar los resultados de la información procesada para identificar las posturas y su respectivo índice de incomodidad
 - Según los resultados identificar los efectos a la salud ocupacional.

4.4 Descripción de la Investigación

4.4.1 Estudio de caso

- **Área. El área de la presente tesis es:**

Evaluación de los factores de riesgo laboral, que se presentan en la empresa AQP Industrial Service SAC Dedicada al mantenimiento de fajas transportadoras.

Análisis de los factores disergonómicos, que pueden ser causa raíz de estos porque se determinara la relación de las posturas forzadas y sus efectos en la salud ocupacional.

- **Campo.** El campo es la seguridad y salud en el trabajo, puntualizado a los efectos de las posturas forzadas en la salud ocupacional de los trabajadores destacados a estas actividades.
- **Línea.** La línea de investigación para la presente tesis es Ergonomía para el sector industrial y minero. Higiene ocupacional: Evalúa y mejora la gestión de seguridad y salud ocupacional, interpretando y cumpliendo la legislación en las diferentes organizaciones del rubro industrial.

4.4.2 Población.

La población es determinada por los trabajadores de una empresa de mantenimiento de fajas transportadoras, la misma que está compuesta por 55 trabajadores.

4.4.3 Muestra.

Se toma como muestra el total de la población, para recoger los datos se ha recurrido a la muestra representativa, esto se sustenta porque se ha formado los grupos de trabajadores de acuerdo a los objetivos que persigue en la investigación, por lo que corresponde a los 55 trabajadores, se utilizó la técnica de muestreo.

4.5 Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos

4.5.1 Técnicas.

La técnica utilizada para realizar la investigación es la observación y el instrumento que se utilizará para recoger los datos de campo es la ficha de observación biomecánica.

4.5.2 Instrumentos

Ficha de Observación. Elaborado especialmente para recoger los datos observados durante el desarrollo de la investigación. [8]

4.5.3 Procesamiento de datos

Para procesar los datos se ha seguido la siguiente secuencia:

1. Elaboración del instrumento para anotar los datos relacionados con las posturas forzadas.
2. Se ha pedido que los trabajadores que desarrollen sus tareas de mantenimiento de fajas transportadoras, para poder recoger o tomar las posturas que adoptan en una determinada posición de acuerdo a los parámetros requeridos por el investigador y necesidad de conseguir información.
3. Tomando en consideración los valores previamente establecidos por el investigador se procedía a anotar los valores resultantes en el instrumento.
4. Se ha construido una plantilla del Instrumento en Excel en el cual se muestra los mismos campos que el instrumento, pero en el cual se ha insertado las fórmulas necesarias para desarrollar las ecuaciones y encontrar los valores deseados.
5. Los datos registrados se los ha ingresado en esta plantilla en Excel, y luego se ha procedido a tomar nota y guardad cada plantilla, por separado con la finalidad de tener todas las evaluaciones realizadas.
6. Se ha construido una tabla resumen con los datos y se ha procedido a la interpretación de los valores, así como los posibles traumas musculo esqueléticos

4.6 Operacionalización de variable

Tabla 6. Operacionalización de variables

Variable	Dimenciones	Indicadores	Sub Indicadores
Posturas Forzadas	Mantenimiento de fajas	Codificación biomecánica	Superficie de apoyo
			Angulo flexion rodilla
			Angulo flexion tobillo
			Simetría de carga
			Fuerza de carga
			Índice de frecuencia
			Condiciones adversas
		Índice de incomodidad	Confortable
			Molestia ligera
			Molestia moderada
			Molestia aguda
			Doloroso
		Niveles de actuación	Insoportable
			No necesaria
			Puede ser necesaria
			Necesaria
			Urgente
			Inmediato
Salud Ocupacional	Traumatismo musculoesqueléticos	Síntomas	Lesiones

Fuente: Autoría propia

CAPÍTULO 5

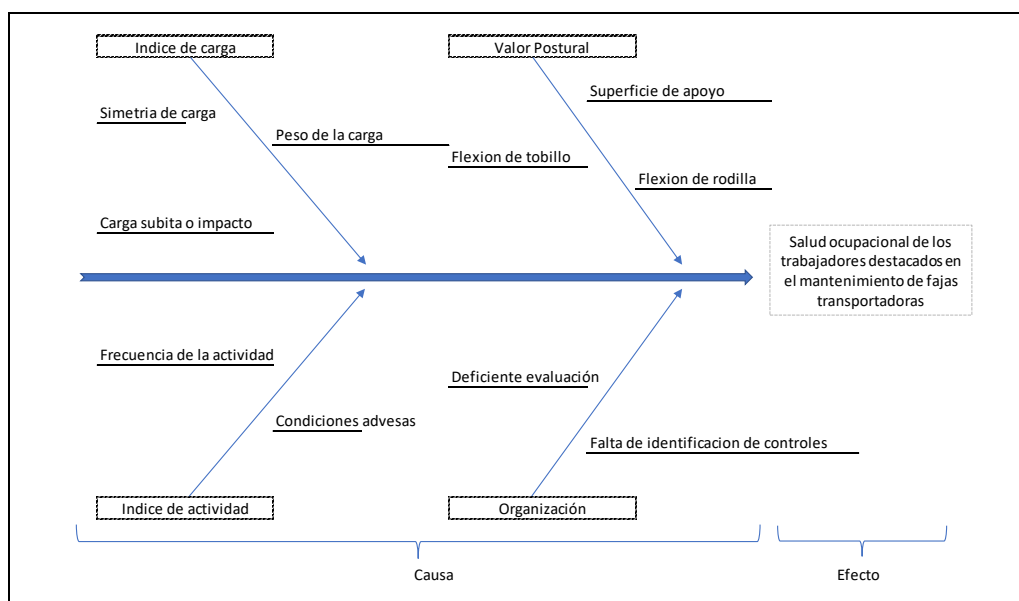
DESARROLLO DE LA TESIS

5.1 Consideraciones previas al análisis

5.1.1 Factores de riesgo

La valorización de la carga física está basada en la observación y registro de las posturas que adoptan los trabajadores. Para el análisis biomecánico se ha considerado siete indicadores identificadas como posibles causas que pueden contribuir al deterioro de la salud ocupacional de los trabajadores; estos factores (causas) se muestran en la figura siguiente:

Figura 7. Diagrama de causa efecto para el análisis de factores de riesgo de postura forzada.



Fuente: Autoría propia

Interpretación: La figura 7 nos muestra el diagrama causa efecto con los factores que se analizan que determinan un cambio en la salud ocupacional, El índice de carga donde se analiza el tipo de carga, el valor postural en donde se identifica las posiciones que adopta y que son causa de la salud del trabajador así como el índice de actividad donde evaluamos la frecuencia en minutos y por último la organización para evaluar la evaluación y controles que se toma para evitar la afectación de la salud ocupacional .

5.1.2 Tareas para Realizar el Mantenimiento de las Fajas.

- Maniobra de cambio de faja
- Planificación de maniobra
- Prevenir la ocurrencia de eventos no deseados.
- Plan de trabajo, paso a paso de la maniobra de cambio

5.1.3 Empalme en fajas textiles y con alma de acero.

- Después de realizar la maniobra de pasado de faja se realiza el empalme de cierre, el cual consiste en unir dos puntas de la faja mediante un

empalme de acuerdo al plano facilitado por el fabricante dependiendo del tipo de faja.

- Para los empalmes de fajas con alma de acero, se utiliza un procedimiento de entrelazado de cables de acuerdo al plano proporcionado por el fabricante.

5.1.4 Recorte y empalme

- Esta tarea es empleada para recuperar empalmes dañados, es aplicada siempre en cuando se cuente con suficiente faja como para poder recuperar la faja necesaria para un recorte y empalme

5.1.5 Reparaciones al caliente.

- Se realiza esta práctica para recuperar tramos de faja o reparar daños pasantes presentes en la faja.

5.1.6 Reparaciones al frio.

- Las reparaciones al frio en la mayoría implica daños de menos riesgo, daños en cover de carga / retorno, cantos o recuperar nivel de caucho en faja.

5.1.7 Revestimientos de poleas.

- Consiste en revestir una polea de (Cabeza, cola, motriz o deflectora) con caucho o caucho con cerámico.

5.1.8 Medición de espesores.

- Parte del mantenimiento predictivo, en donde se toman medidas del caucho para identificar tendencias de desgaste y poder programar el mantenimiento correctivo.

5.2 Actividades para el mantenimiento

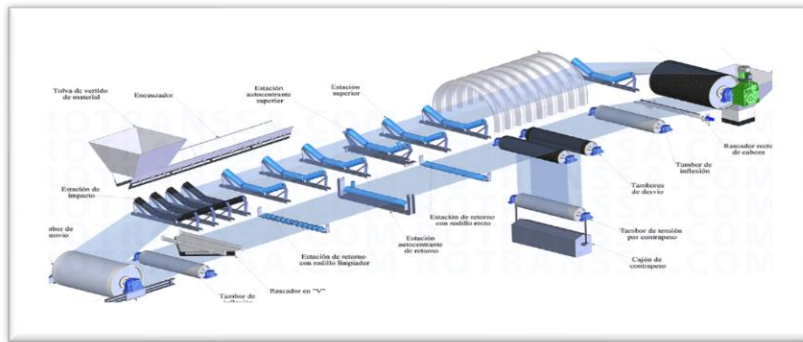
5.2.1 Actividades

Para el mantenimiento de la faja transportadora debe realizar las siguientes actividades:

1. Verificar condiciones para trabajo en campo (Área de trabajo)
2. Verificar identificación de energías para realizar el bloque correcto.
3. Instalar bobina de faja nueva en estructura.
4. Realizar la demarcación del área ya que los trabajos de mantenimiento de fajas implican realizar maniobras de alto riesgo.
5. Reunión con el personal de trabajo para afinar maniobras y proceso de trabajo.
6. Aflojar los tornillos tensores de la banda que se desea reemplazar, subir contrapeso para quitar tensión a faja.
7. Instalar mordazas para retención de faja.
8. Cortar la faja, realizar empalme mecánico entre faja entrante y saliente
9. Retirar mordaza y sus bloqueos del mismo
10. Realizar pasado de faja
11. Recuperación de puntas
12. Trazado de empalme
13. Pelado de puntas
14. Cerrado y vulcanizado
15. Reponer componentes
16. Desbloqueo
17. Arranque de equipo

A continuación, se muestra el flujograma en donde se tomaron la muestra al ser la actividad más recurrente en la empresa.

Figura 4. Partes de una faja transportadora.



Fuente: Digiscend (octubre de 2014). «Conveyor Belt System Services».

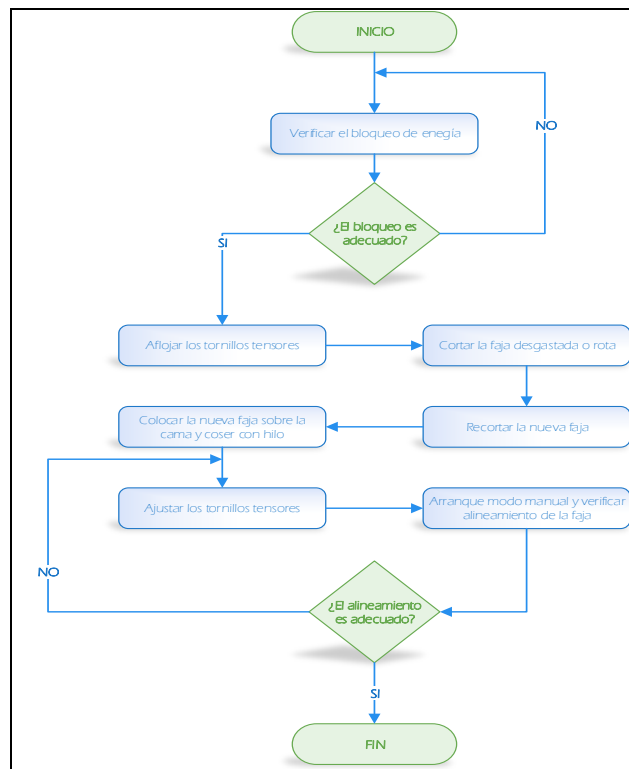
Digiscend.com.

Interpretación: Figura 4 muestra las partes y configuración de una faja transportadora

5.2.2 Flujoograma del proceso de mantenimiento

El Flujoograma del proceso de mantenimiento de las fajas transportadoras

Figura 5. Flujoograma del proceso de mantenimiento de las fajas transportadoras, cambio empalme de faja transportadora.



Fuente: Autoría propia

Interpretación: La figura 5 muestra un flujograma de cómo se desarrolla un servicio de mantenimiento de fajas correspondiente a la tarea de análisis cambio y empalme de faja.

5.2.3 Fases

Previo a la aplicación del instrumento y técnica mencionada, se ha procedido a determinar las fases (actividades a observar) seleccionadas para la investigación las que se lista a continuación:

- 1) Marcado y corte de la faja desgastada
- 2) Marcado y corte de la nueva faja a cambiar
- 3) Instalación de grapas
- 4) Preparación de Puntas
- 5) Vulcanizado y parchado de la faja
- 6) Desmontaje de prensa
- 7) Puesta en marcha.

Figura 8. Marcado de las partes deterioradas de la faja transportadora



Fuente: Autoría propia

Interpretación: El Técnico especialista se encuentra realizando el trazado del del empalme o área a reparar, para lo cual toma de posición 1a2a3a, apoyándose en sus rodillas.

Figura 9. Corte de partes deterioradas de la faja



Fuente: Autoría propia

Figura 10. Marcado sobre la nueva faja



Fuente: Autoría propia

Figura 11. Preparado de las partes para vulcanizado



Fuente: Autoría propia

Figura 12. Vulcanizado en frío de la faja



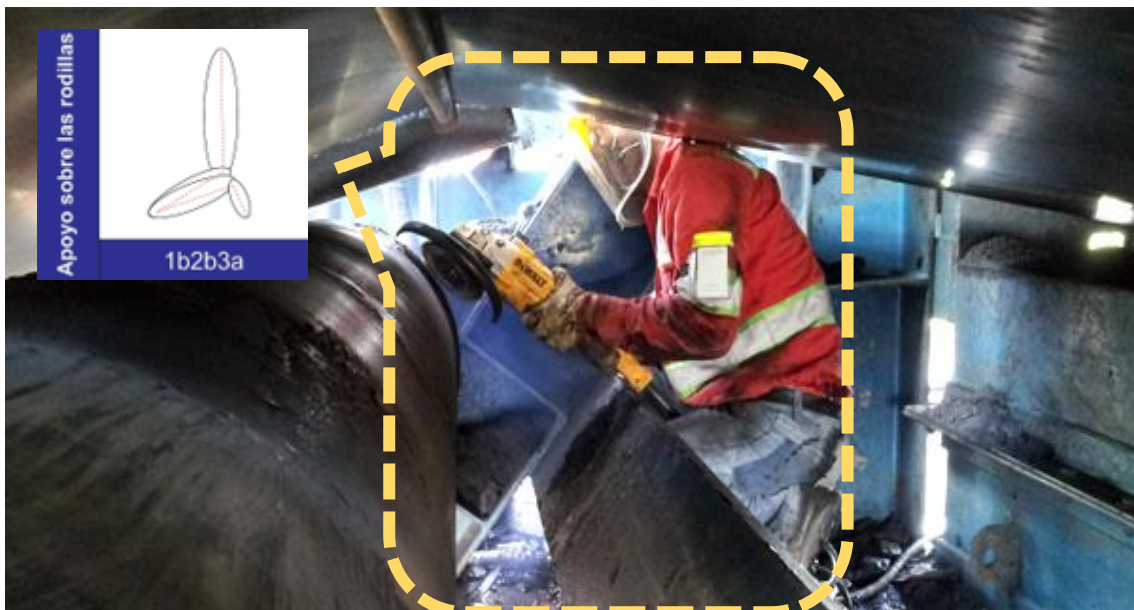
Fuente: Autoría propia

Figura 13. Otra vista del vulcanizado en frio de la faja



Fuente: Autoría propia

Figura 14. Vulcanizado en frio de la faja



Fuente: Autoría propia

Figura 15. Engrasado de os rodillos.



Fuente: Autoría propia

5.3 Análisis de la frecuencia de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral

En coordinación con la gerencia de SSO de la empresa, se determinó que la población con la que se realizará la investigación sea conformada por 55 trabajadores y en específico los destacados al proceso de mantenimiento de fajas transportadoras, previo al inicio del registro de datos, en reunión, se explicó los motivos de la investigación y los objetivos que se persigue.

La población estaba conformada por varones, el de menor edad es de 23 años y el de mayor edad es de 52 años; el promedio de edad es de 35 años; la desviación estándar es de 8.00 años; la moda de 28; y una mediana de 34.

El análisis estadístico se ha realizado mediante el paquete Excel; los datos de los cálculos estadísticos realizado de las características de la población se muestran a continuación:

Tabla 7. Registro de edad de los trabajadores

Edad de los trabajadores						
45	25	52	23	23	47	26
35	28	49	28	27	51	28
28	34	35	31	29	38	31
33	44	41	38	34	31	25
41	40	50	42	37	29	43
28	36	47	25	28	36	40
30	29	41	29	33	26	46
36	47	39	27	34	28	

Fuente: Autoría propia

Interpretación: La tabla 4 muestra la edad de la población total, tomada para la presente investigación

Tabla 8. Análisis de frecuencia de los participantes

Li	Ls	fi	MC	Clase	Frecuencia	% acumulado
20	25	5	22.50	25	5	9.09%
25	30	16	27.50	30	16	38.18%
30	35	10	32.50	35	10	56.36%
35	40	9	37.50	40	9	72.73%
40	45	7	42.50	45	7	85.45%
45	50	6	47.50	50	6	96.36%
50	55	2	52.50	55	2	100.00%
Total		55		y mayor...	0	100.00%

Fuente: Autoría propia

Interpretación: La tabla 5 nos muestra el cuadro estadístico de la frecuencia de los trabajadores.

5.4 Determinación el código de postura y el valor postural biomecánico

Determinada la estrategia del procedimiento a seguir, descritas en el primer párrafo del presente ítem, se ha registrado los valores del índice de incomodidad en un instrumento elaborado para tal fin. Los datos fueron registrados trabajador por trabajador y postura por postura, es decir cada trabajador adoptó los doce códigos descritos en la tabla 3; entonces si se tiene 55 trabajadores y 12 posturas se tiene un total 660 posturas adoptadas. Con los datos de esta matriz se ha realizado el análisis estadístico respectivo, los resultados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 9. Promedio y desviación estándar del índice de Incomodidad

Categoría	Código Postura	Nº	Descripción de la Postura	Promedio	Desviación Estándar
Apoyo sobre los pies	1a2a3a	1	Postura de pie normal	2.24	0.69
	1a2a3b	2	Postura de puntillas	3.64	1.25
	1a2b3a	3	Piernas flexionadas	4.91	1.02
	1a2b3b	4	Postura en cuclillas	5.35	1.04
Apoyo sobre las rodillas	1b2a3a	5	Arrodillado	8.51	0.63
	1b2a3b	6	Arrodillado hiperflexión-extensión tobillo	4.24	0.77
	1b2b3a	7	Arrodillado hiperflexión rodilla	4.96	0.79
	1b2b3b	8	Arrodillado hiperflexión rodilla hiperflexión-extensión tobillo	7.25	0.84
Apoyo sobre los glúteos	1c2a3a	9	Sentado	2.93	0.77
	1c2a3b	10	Sentado hiperflexión-extensión tobillo	6.85	0.78
	1c2b3a	11	Sentado hiperflexión rodilla	4.47	0.66
	1c2b3b	12	Sentado hiperflexión rodilla hiperflexión-extensión tobillo	6.24	0.77

Fuente. Adaptado de “Guía de Prevención de Riesgos Musculoesqueléticos Derivados de la Adopción de la Postura Forzada”. Por Prevalia CGP S.L.U (2008).

Interpretación: La tabla 7 nos muestra la desviación estándar del índice de incomodidad en base a la las posturas y apoyo en miembros inferiores

5.5 Evaluación del índice de incomodidad de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral

Aplicación del método. Para el análisis se ha aplicado la ficha de observación a los 55 trabajadores, el tiempo de duración de la postura ha sido de 5 minutos; para la evaluación biomecánica de la posición postural se ha tomado en consideración los valores descritos en la tabla 5. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 10. Índice de incomodidad del trabajador del 1 al 20

Indicadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Valor postural	2	2	2	2	2	3	4	3	4	2	2	3	3	2	2	4	2	3	3	3
Índice de carga	2	4	3	2	2	4	2	4	6	1	4	6	3	6	2	2	3	4	2	3
Índice de actividad	4	3	3	4	3	4	4	5	5	3	4	4	3	3	3	4	2	3	3	2
Total	8	9	8	8	7	11	10	12	15	6	10	13	9	11	7	10	7	10	8	8

Fuente: Autoría propia

Tabla 11. Índice de incomodidad del trabajador del 21 al 40

Indicadores	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Valor postural	2	2	1	1	3	2	2	2	3	4	3	2	3	3	3	2	2	3	2	3
Índice de carga	3	2	3	1	2	6	3	2	1	4	3	2	4	4	6	2	4	2	2	6
Índice de actividad	2	1	2	3	4	3	5	2	2	3	4	3	3	3	5	2	3	3	2	4
Total	7	5	6	5	9	11	10	6	6	11	10	7	10	10	14	6	9	8	6	13

Fuente: Autoría propia

Tabla 12. Índice de incomodidad del trabajador del 41 al 55

Indicadores	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Valor postural	2	1	4	2	2	3	3	4	3	2	2	3	3	4	3
Índice de carga	3	1	2	2	3	4	3	6	4	2	3	2	1	4	3
Índice de actividad	3	1	4	1	3	2	5	5	3	5	4	2	5	3	3
Total	8	3	10	5	8	9	11	15	10	9	9	7	9	11	9

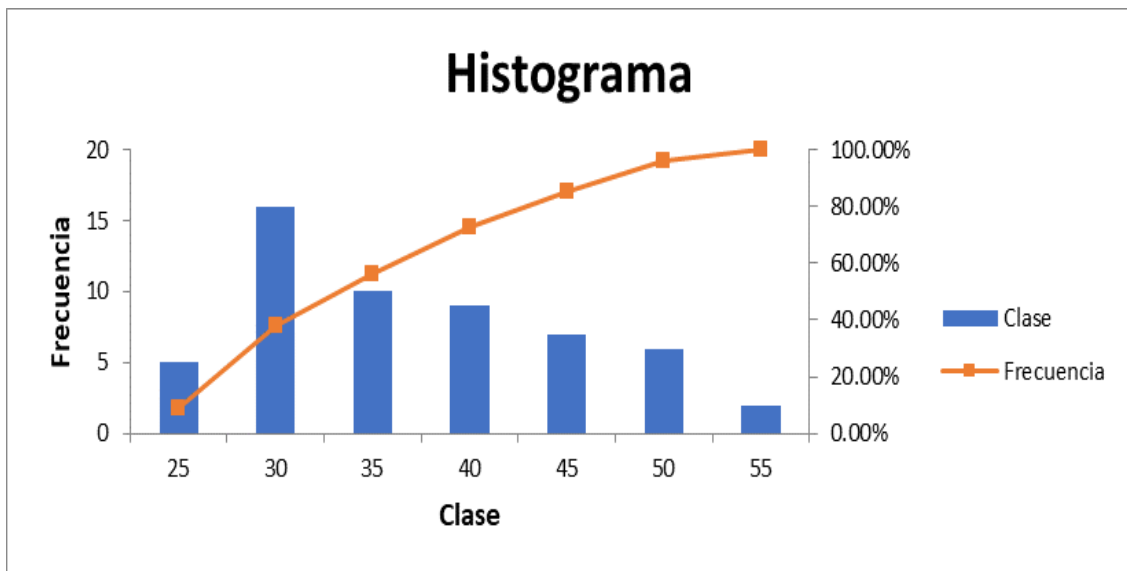
Fuente: Autoría propia

CAPITULO 6:

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

6.1 Análisis la frecuencia de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral

Figura 17. Histograma del análisis de frecuencia de los participantes



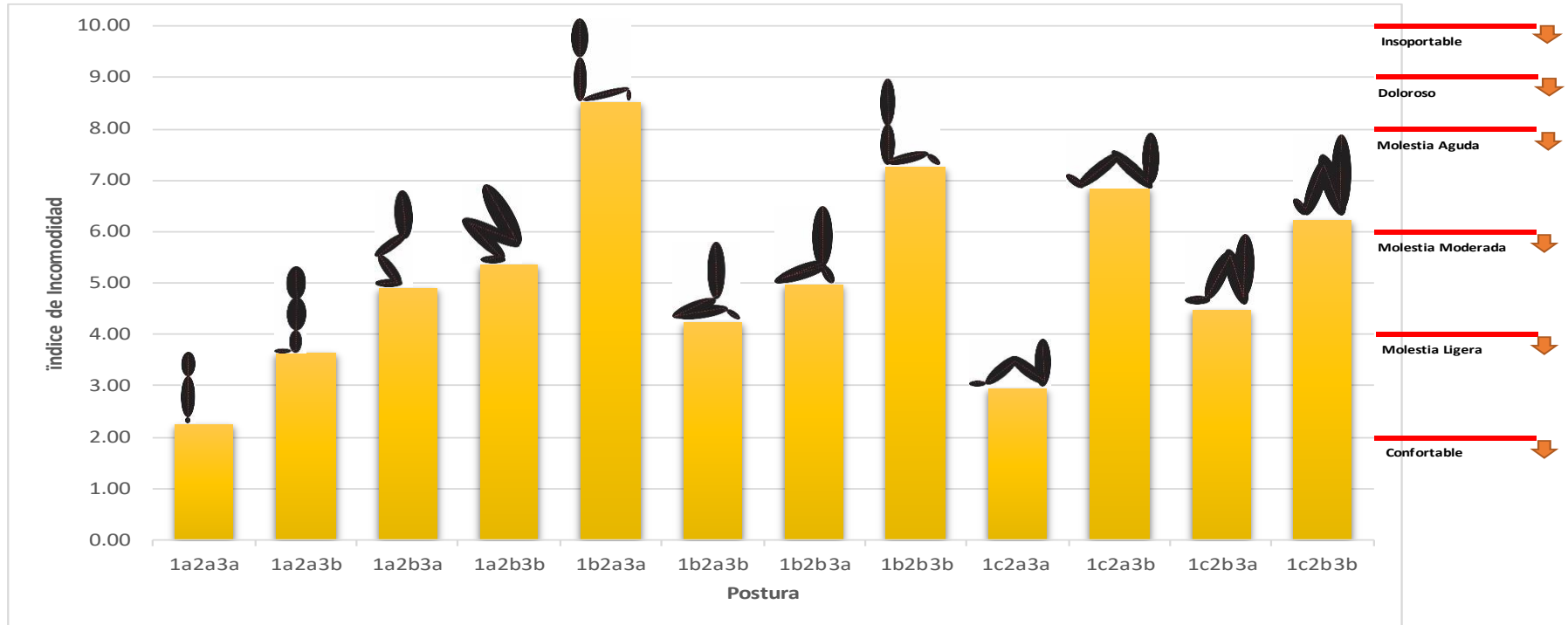
Fuente: Autoría propia

Interpretación: La figura 17 muestra la clase de acuerdo a edades y los porcentajes de trabajadores involucrados.

6.2 Evaluación del índice de incomodidad de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral

Para una mejor comprensión de lo señalado en la figura 19 y la tabla 7 se ha construido una matriz en la cual se hace la relación de la codificación de las posturas y el índice de incomodidad. La presentación gráfica entre el índice de incomodidad y la codificación de la postura se muestran en la siguiente figura:

Figura 19. Matriz de valores promedios del índice de incomodidad



Fuente: Adaptado de “Guía de Prevención de Riesgos Musculoesqueléticos Derivados de la Adopción de la Postura Forzada”. Por Prevalia CGP S.L.U (2008).

Interpretación: La figura 19 muestra gráficamente el grado de incomodidad mediante la postura y el índice de incomodidad.

6.3 Determinación de rangos de valorización para los niveles de actuación

6.3.1 Análisis de frecuencia de trabajadores con el mismo nivel de incomodidad.

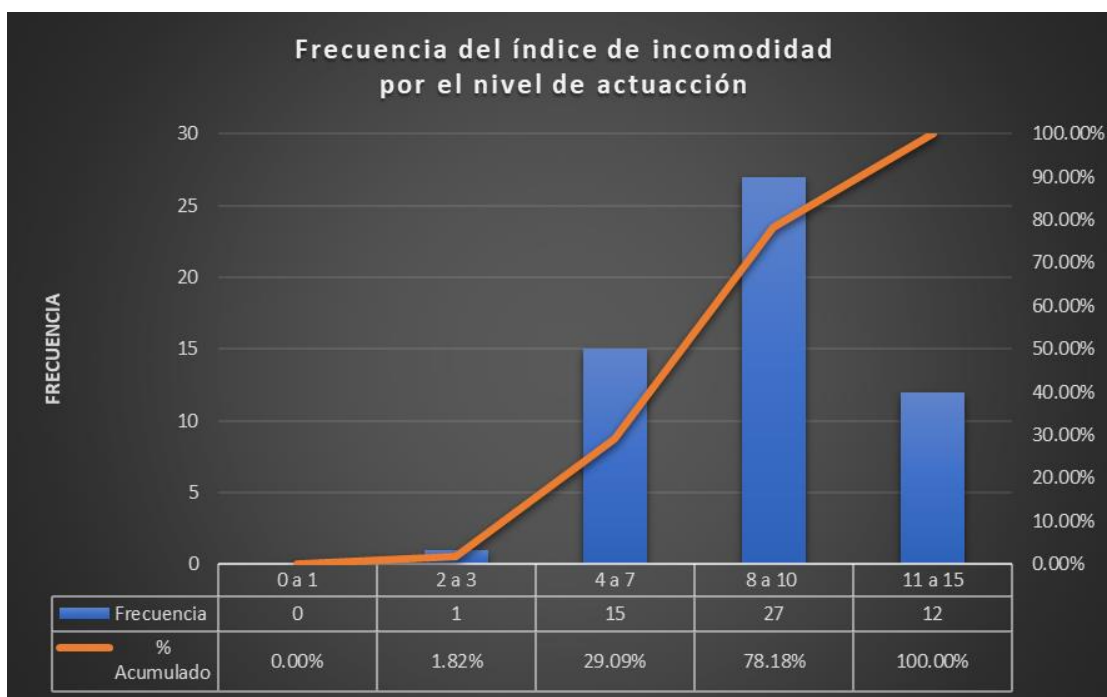
Con el valor total obtenido en las tablas 9, 10 y 11 se ha realizado el análisis de frecuencias con la finalidad de conocer cuántos trabajadores presentan igual valor, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 13. Análisis de frecuencia del Índice de incomodidad

Nº de Clases (Valor Global)	Frecuencia	% Acumulado	F. Acumulada	% Simple
0 a 1	0	0.00%	0	0.00%
2 a 3	1	1.82%	1	1.82%
4 a 7	15	29.09%	16	27.27%
8 a 10	27	78.18%	43	49.09%
11 a 15	12	100.00%	55	21.82%
	55			100.00%

Fuente: Autoría propia

Figura 21. Frecuencia del índice de incomodidad por el nivel de actuación.



Fuente: Autoría propia

Interpretación:

La tabla 12 y figura 21 muestra las siguientes frecuencias:

- Para el valor global de 0 a 1 = 0 Trabajadores
- Para el valor global de 2 a 3 = 1 Trabajadores
- Para el valor global de 4 a 7 = 15 Trabajadores
- Para el valor global de 8 a 10 = 27 Trabajadores
- Para el valor global de 11 a 15 = 12 Trabajadores

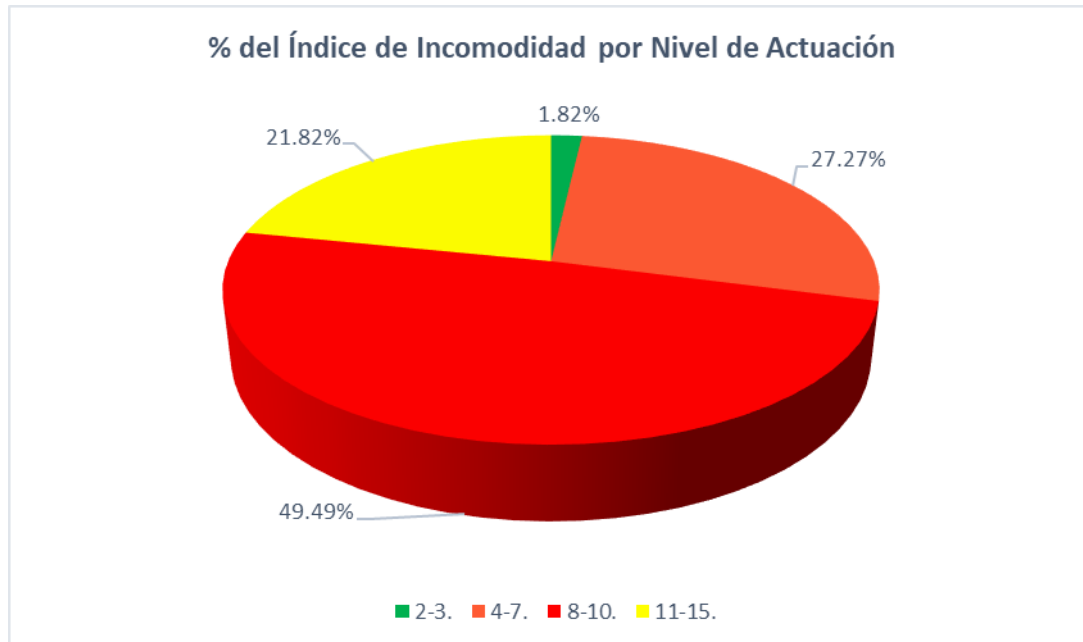
6.3.2 Interpretación del índice de incomodidad por nivel de actuación.

Para la interpretación se utilizará los criterios establecidos en la tabla 8:

- *Valor global de 2 a 3.* Se obtenido que 1 trabajador se encuentra en este nivel, le corresponde el nivel de actuación 1; el nivel de riesgo es Bajo y la **intervención puede ser necesaria.**
- *Valor global de 4 a 7.* Se obtenido que 15 trabajadores se encuentran en este nivel, le corresponde el nivel de actuación 2, donde el riesgo es Medio y la **intervención es necesaria.**
- *Valor global de 8 a 10.* Se obtenido que 27 trabajadores se encuentran en este nivel, le corresponde el nivel de actuación 3, donde el riesgo es Alto y la **intervención es urgente.**
- *Valor global de 11 a 15.* Se obtenido que 12 trabajadores se encuentran en este nivel, le corresponde el nivel de actuación 4, donde el riesgo es Muy Alto y la **intervención es Inmediata.**

Ahora se ha visto por necesario graficar solo los porcentajes del índice de incomodidad por nivel de actuación, de acuerdo a los valores globales establecidos, la figura 22 muestra esta distribución porcentual.

Figura 22. Porcentaje del índice de incomodidad por nivel de actuación



Fuente: Autoría propia

Interpretación de la figura 22. Este gráfico muestra que:

- El 1.82% de los trabajadores presentan niveles de incomodidad entre 2 y 3;
- El 27.27 % de los trabajadores presentan niveles de incomodidad entre 4 a 7;
- El 49.09 % de los trabajadores presentan niveles de incomodidad entre 8 a 10;
- El 21.82 % de los trabajadores presentan niveles de incomodidad entre 11 a 15.

Análisis del valor promedio.

Con la finalidad de tener un valor final sobre el índice de incomodidad y poder establecer la necesidad e inmediatez del establecimiento de medidas de control, se hace necesario, obtener el promedio de los puntajes obtenidos; para realizarlo se ha seguido los siguientes pasos: a) Sacar el promedio de

los valores mostrados de las tablas 9, 10 y 11; b) Sumar el valor promedio obtenido. Estos cálculos se muestran a continuación:

Tabla 14. Promedios de los valores obtenidos

Variables	Todos
Valor postural	2.58
índice de carga	3.09
índice de actividad	3.22
Puntaje Total	8.89

Fuente: Autoría propia

Los resultados de la tabla 14 muestra un valor promedio de 8.89, si consideramos que la población ha sido de 55 trabajadores y el 49% de estos presentan un nivel de riesgo Alto y requieren una intervención urgente; se puede decir que el valor promedio obtenido muestra la realidad de la situación actual de los trabajadores debido a que este valor promedio se encuentra dentro del riesgo alto y la medida de **intervención es urgente**.

6.4 Identificación de trastornos musculo esqueléticos de acuerdo a la posición donde se produce la posturas forzadas o sobreesfuerzos

6.4.1 Analizar el índice de valor corporal según el tipo de apoyo

Con los valores obtenidos de las fichas de observación biomecánica se obtiene los datos de la cantidad de personas expuestas según posición, así como según tipo de apoyo.

Figura 23. Indicador de valor postural



Fuente: Autoría propia

Interpretación de la figura 23. Este gráfico muestra que:

- Todas las posibles posiciones adoptadas de las 12 posiciones dadas por el método de evaluación, con la cantidad de personas en cada posición de toda nuestra población

Figura 24. Indicador de postura según tipo de apoyo



Fuente: Autoría propia

Interpretación de la figura 24. Este gráfico muestra que:

- 7 trabajadores optan por realizar trabajos apoyados en los pies, Equivale al 13 %

- 36 trabajadores optan por realizar trabajos apoyados en las rodillas, Equivale al 65 %
- 12 trabajadores optan por realizar trabajos apoyados en los glúteos, Equivale al 22 %

6.4.2 Identificación de trastornos musculo esqueléticos

De acuerdo a la identificación del valor postural de miembros inferiores según el tipo de apoyo en relación al marco teórico se defina que:

- 07 trabajadores que realizan su labor de pie, pueden sufrir patologías articulares, patologías periarticulares, bursitis precalcánea, talalgia, sesamoiditis.
- 12 trabajadores que realizan su labor apoyados en los glúteos, pueden sufrir patologías articulares, patologías periarticulares, bursitis glútea, bursitis de la fascia anterior del muslo, bursitis retrocalcánea, osteopatía dinámica de pubis, parálisis del nervio ciático.
- 36 trabajadores que realizan su labor de rodillas, pueden sufrir patologías articulares, patologías periarticulares, Bursitis prerrotuliana, lesiones del menisco.

6.5 A manera de resumen de la evaluación biomecánica

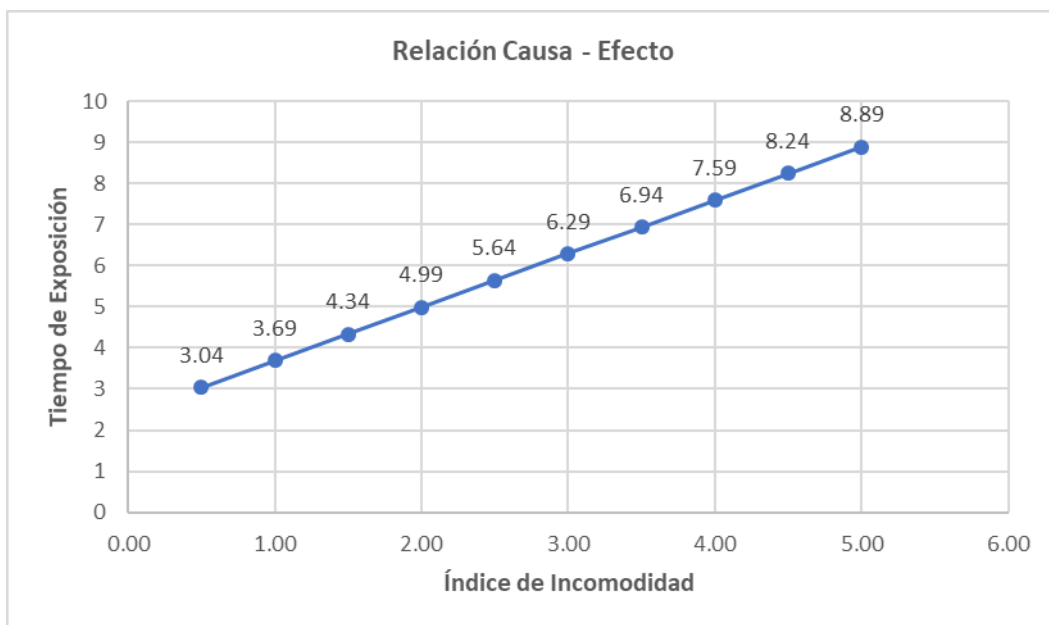
A manera de resume de la evaluación biomecánica de los efectos de las posturas forzadas en la salud ocupacional de los trabajadores destacados en las actividades de mantenimiento de fajas transportadoras, se ha encontrado que existe una relación causa - efecto positiva. Para una mejor exposición de lo expresado se ha realizado el gráfico Causa Efecto entre el tiempo de exposición y el índice de incomodidad.

Tabla 15. Tiempos de exposición e Índice de incomodidad

Tiempo de Exposición (M)	Índice de Incomodidad
0.50	3.04
1.00	3.69
1.50	4.34
2.00	4.99
2.50	5.64
3.00	6.29
3.50	6.94
4.00	7.59
4.50	8.24
5.00	8.89

Fuente: Autoría propia

Figura 25. Relación causa efecto



Fuente: Autoría propia

Interpretación: De la tabla 14 y la figura 25, muestra claramente la relación Causa – Efecto entre el tiempo de exposición y el índice de incomodidad por las posturas que adoptan los trabajadores al momento de realizar su tarea. El gráfico muestra la relación lineal positiva, ello significa que entre más tiempo los trabajadores permanezcan en una posición estos empezarán a sentir cierto índice de incomodidad, que a la larga puede afectar a su salud ocupacional, que en el transcurso de los años se puede traducir en lesiones músculo-esqueléticas.

CONCLUSIONES

Primera. Se Determino el análisis biomecánico de las posturas forzadas de los trabajadores destacados al mantenimiento de fajas transportadoras de mineral, le corresponde los ítems del 1 al 3 de la ficha de observación de las posturas elaborada en base a la codificación postural elaborada con fines de la investigación, luego de la aplicación a 55 trabajadores quienes ha adoptado una postura por el lapso de 5 minutos; obteniéndose el valor postural promedio de 2.58; que corresponde al 29.04% en el valor final del índice de incomodidad.

Segunda. Otra variable analizada corresponde al índice de incomodidad de los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral, que le corresponde los ítems 4 y 5 de la ficha de observación, la cual fue aplicado a los 55 trabajadores que han permanecido en una misma postura por un tiempo de 5 minutos, luego de la evaluación realizada se ha obtenido valor del índice de carga promedio de 3.09, equivalente al 34.76% del valor final del índice de incomodidad.

Tercero. Para poder determinar si existe o no efectos por las posturas forzadas que adoptan los trabajadores destacados al mantenimiento de fajas transportadoras de mineral, es necesario seguir la metodología de análisis, en este caso el análisis biomecánico; es por ello que se requiere tener la sumatoria de los valores de las tres variables analizadas, expresadas en las conclusiones, primera, segunda, y tercera.

Entonces se tiene: $Puntaje\ promedio = 2.58 + 3.09 + 3.22 = 8.89$, de acuerdo a los valores establecidos para el nivel de actuación este puntaje promedio significa: El valor de actuación es 3; el nivel de riesgo es Alto; y la intervención es Urgente.

Cuarto. Se determina de acuerdo al análisis se producen trastornos musculoesqueléticos en miembros inferiores básicamente en las rodillas con un porcentaje del 65 % de toda la población por la posición que adopta los trabajadores, Los efectos a la salud son: Patologías articulares, patologías periarticulares, urtitis prerrotuliana, lesiones del menisco.

De todo el análisis realizado durante la investigación, finalmente se concluye que, si existen Efectos de Las Posturas Forzadas a la Salud Ocupacional en los trabajadores de mantenimiento de fajas transportadoras de mineral efecto que se puede manifestar con el transcurso de los años mediante la aparición de enfermedades músculo – esqueléticas; con lo cual la hipótesis es validada.

RECOMENDACIONES

Primera. La investigación muestra resultados contundentes sobre la relación causa efecto que existen entre las posturas forzadas y la salud ocupacional de los trabajadores con lo que se demuestra la existencia de una oportunidad para tomar medidas correctivas para evitar que la salud ocupacional de los trabajadores se vea afectadas en el futuro.

Estas medidas correctivas pueden estar inicialmente relacionadas con la identificación de las posturas forzadas dentro de las matrices IPERC y el establecimiento de un programa de pausas activas de tal manera que se pueda atenuar los efectos a la salud ocupacional de los trabajadores.

Segunda. Se puede validar los datos encontrados, se puede realizar el análisis de las posturas forzadas utilizando la metodología REBA, RULA u otros métodos de esta manera se tendría otros resultados con otra metodología y se puede determinar la relación causa efecto.

A priori se puede decir que es probable que los resultados sean similares debido a que estas molestias cuando estamos en una misma postura son evidencia hasta cuando se realiza tareas domésticas.

Una vez identificado se debe de contemplar controles como los empleados en AQP Industrial Service SAC.

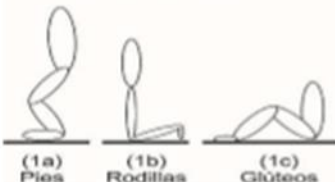
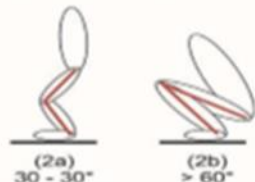

- Rotación de personal para tareas de posturas forzadas, esto implica tener personal competente para dicha tarea.
- Implementar plataformas para trabajos con posturas forzadas
- Implementar herramientas que disminuyan el tiempo de exposición a posturas forzadas, normalmente nuevos métodos y herramientas eléctricas.

Tercera. La alta rotación del personal que se dedica a estas actividades hace que las medidas de control sean más exhaustivas, es por ello que se debe de incluir en el

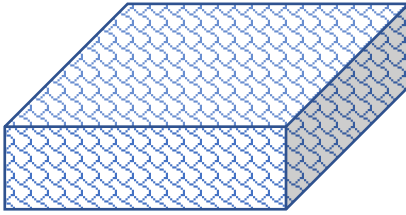
programa de inducción, entrenamiento y capacitación un ítem relacionada a la prevención de riesgos musculo esqueléticos con la finalidad de orientar a los trabajadores sobre los riesgos presentes en las tareas que realizaran y las medidas correctivas a tomar para minimizar los efectos. Sin dejar de lado la búsqueda de la posibilidad de la fidelización de estos trabajadores. Es por ello que al igual que en cualquier medida de control administrativo, en el futuro deberá de considerarse un control administrativo relacionado con la prevención de las enfermedades músculo – esqueléticas.

ANEXOS

Anexo 1. 01 ficha de Observación como muestra de las observaciones realizadas

Valor postural									
1. Superficie de Apoyo			2. Ángulo flexión Rodilla				3. Ángulo Flexión-Extensión Tobillo Dorsal-Planar		
									
(1a) Pies (1b) Rodillas (1c) Glúteos			(2a) 30 - 30° (2b) > 60°				(3a) 0-15° (3b) > 15°		
1. Tipo de apoyo	2. Flexión rodilla								
	3. Flexión tobillo			2a		2b			
	3a		3b		3a		3b		
1a	1		2		2		3		
1b	4	4	2		2		3		
1c	1		3		2		3		
Valor postural									4
Índice de carga									
4. Simetría de la carga	5. Carga								
	< 5 Kg (5a)		5-10 Kg (5b)		> 10 Kg (5c)		Carga súbita o impacto (5d)		
4a Carga bilateral	0	1	1	2		+1	1		
4b Carga unilateral o postura inestable	1		2		4	+2			
Índice de carga									2
Índice de actividad									
6. Índice de frecuencia	7. Condiciones adversas								
	Vibración (7a)		Bajas Temp (7b)		Apoyo inestable (7c)		Simultaneidad de cond. Adversas (7d)		
6a (<1 repetición/min)	0		0		0		1		
6b (1-5 repeticiones/min)	1		1		1		2	2	
6c (>5 repeticiones/min)	2		2		2		3		
6d Cambio postural súbito	+1		+1		+1		+2	2	
Índice de actividad									4

Anexo 2. Propuesta de mejora Cojines

Propuesta de mejora “Cojines para postras forzadas de rodillas”			
Objetivo:			
Reducir las lesiones por trastornos musculo esquelético causados en la rodilla			
Alcance:			
Este Equipo de protección será usado por todos los trabajadores que involucre la exposición de las rodillas a posturas forzadas dentro del mantenimiento de fajas transportadoras en la empresa AQP Industrial Service SAC			
Logros obtenidos:			
Luego del uso de los cojines se redujo lesiones en rodillas y la ausencia de personal molestias en rodillas.			
Detalles de cojín:			
Material interno	Esponja	Alto	40 cm
Material externo	Forro de cuero	Grosor	10.16 cm
Ancho	40 cm	Densidad	Mayor a 30 kg /m3
			



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Perú. Congreso de la republica., RESOLUCION MINISTERIAL N° 375-2008-TR, Perú: Diario Oficial “El Peruano”, 2008.
- [2] EU OSHA, Agencia Europea para la seguridad y la salud en el trabajo, «EU OSHA,» 2018. [En línea]. Available: <https://osha.europa.eu/es/rss-feeds>. [Último acceso: 01 12 2018].
- [3] Eroski Consumer, «Consumer,» 2003. [En línea]. Available: <http://www.consumer.es/web/es/salud/2003/10/29/90162.php>. [Último acceso: 2018].
- [4] M. G. Calderon, «monografias.com,» sf. [En línea]. Available: <https://www.monografias.com/trabajos7/ergo/ergo.shtml>. [Último acceso: 2018].
- [5] .wikimediafoundation, «wikimedia,» 2018. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Salud_ocupacional. [Último acceso: 2018].
- [6] ergonomiauvmtabasco, «Biomecanica,» sf. [En línea]. Available: <https://ergonomiauvmtabasco.es.tl/BIOMECANICA.htm>. [Último acceso: 2018].
- [7] Rimac Seguros, «Ergonomia y biomecanica,» *Ergonomia y biomecanica*, p. 2, 2013.

- [8] Mafre seguridad, «La genesis de los TME,» *Ergonomia y psicopsicologia* , p. 10, 2007.
- [9] Comisiones obreras de asturias, «Lesiones musculo esqueleticas de origen laboral,» p. 54, sf.
- [10] E. Duarte, «Análisis de Riesgos Laborales Aplicando el Método OWAS (Ovako Working Postura Analysis System) a Trabajadores de la UTM,» s.f.. [En línea]. Available: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:2y5NJpiuKqgJ:www.tecprecincsr.com.ar/documentos_portal/Capacitaciones/Eval%2520puesto%2520trabajo-%2520Metodo%2520OWAS-%2520E.%2520Duarte%2520Roldan.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe.
- [11] P. Chávez, J. Collantes y K. Maylle, «Categorías de riesgo según posturas adoptadas por los obreros de construcción civil de una empresa privada,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.upch.edu.pe/vrinve/dugic/revistas/index.php/RENH/article/view/2374>.
- [12] A. Ferro y P. Floría, «La aplicación de la biomecánica al entrenamiento deportivo mediante los análisis cualitativo y cuantitativo,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.cafyd.com/REVISTA/ojs/index.php/ricyde/article/view/51>.
- [13] R. Angulo, «Mejoramiento de las Condiciones Biomecánicas de los puestos de trabajo en el área de producción de la empresa ASA Industries,» 2013. [En línea]. Available: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/5852/1/T03868.pdf>.
- [14] J. Guachetá y L. Ramírez, «Manual de Identificación de Peligros y Prevención de Riesgos Biomecánicos en el Área de Coquización de la Empresa C.I Carbocoque S.A. Centro Industrial Lenguazaque,» 2014. [En línea]. Available: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:h7x4-ag97xIJ:www.infotegra.com/preview/UNAD.php%3Furl%3D/bitstream/10596/2821/1/23783057.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe>.
- [15] M. Tejedor y O. Fernandez, «Transtornos musculo esqueleticos relacionados con el trabajo en la UE Datos y cifras,» Oficina de publicaciones oficiales de las comunidades europeas , Luxemburgo, 2010.
- [16] Fundacion estatal para la prevencion de riesgos laborales, «Tu salud no esta en nomina,» 2013. [En línea]. Available: <http://tusaludnoestaennomina.com/enfermedades-osteomusculares/>. [Último acceso: 2018].
- [17] A. De Vicente , C. Diaz , M. Zimmermann y L. Galiana, «El trastorno musculo esqueletico en el ambito laboral en cifras,» Ministerio del empleo y seguridad social, 2012.
- [18] Departamento de salud laboral de CCOO de Asturias, «Lesiones musculo esqueleticas de origen laboral,» Graficas Careaga.

- [19] M. B. T. Bazante, «Posturas de trabajo de los estudiantes de séptimo a noveno semestre en la Clínica Integral de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador. Período Septiembre 2016-Febrero del 2017.,» Quito, 2017.
- [20] J. E. S. Vargas, «“evaluacion ergonomica de movimientos,» lima, 2011.
- [21] M. I. Verdezoto, «Gestion tecnica del riesgo ergonomico por posturas forzadas en el area de empaque de la planta de secos de la empresa Lavapan del ecuador S.A.,» 2015.
- [22] L. A. Ibarra magallanes y m. E. Ladinez pluas, «la ergonomia biomecanica en la prevencion de lesiones musculoesqueleticas, al personal de enfermeria en el area de cirugia general del hospital del niño dr. Francisco icaza bustamante 2017-2018,» guayaquil, 2018.
- [23] M. F. Mestanza tuesta, «“evaluacion de riesgos asociados a las posturas fisicas de trabajo en el proceso de preparacion de equipos para alquiler en una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada”.,» lima, 2013.
- [24] P. Y. Ayala ramírez y m. A. Gutiérrez valdez, «incidencia de los riesgos ergonómicos en la salud ocupacional de los estibadores de la asociación de comerciantes mayoristas en tubérculos, granos y derivados de arequipa – 2017.,» arequipa, 2017.
- [25] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. d. P. Baptista Lucio, Metodología de la investigación sexta edición, Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2015.
- [26] Decreto Supremo 005-2012-TR, «Reglamento de la Ley 29783, Ley de seguridad y salud en el trabajo,» Lima, 2012.
- [27] J. Niño, «Biomecánica Ocupacional: Aspectos psicosomáticos,» 1989. [En línea]. Available:
https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1010871.
- [28] M. Nordin y V. Frankel, Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, Madrid: Mc Graw-Hill, 2004.
- [29] Junta de Castilla y León, «Stop a los Sobreesfuerzos en el Trabajo,» [En línea]. Available:
[http://www.intersindical.es/boletin/laintersindical_saludlaboral_04/archivos/Follet o_sobreesfuerzos.pdf](http://www.intersindical.es/boletin/laintersindical_saludlaboral_04/archivos/Follet_o_sobreesfuerzos.pdf).
- [30] F. Peterson, E. Kendall y P. Geise, Músculos Pruebas, Funciones y Dolor Postural, Cuarta ed., Santiago de Chile: Mediterráneo.

- [31] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Posturas de trabajo: Evaluación del riesgo, Madrid: Servicio de Ediciones y Publicaciones del INSHT, 2015.
- [32] S. Cilveti y V. Idoate, Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica: Posturas Forzadas, Navarra: OSLAN, 2001.
- [33] J. Pinilla, R. López y R. Cantero, Lesiones Musculoesqueléticas de Espalda, Columna Vertebral y Extremidades, Canarias: UGT, 2003.
- [34] R. Benavente, Guía del Curso Mecánica de Rocas, Arequipa: UAP, 2016.
- [35] Prevalia CGP S.L.U, Guía de Prevención de Riesgos Musculoesqueléticos Derivados de la Adopción de la Postura Forzada, Madrid: Gráficos y textos S. L., 2008.
- [36] American Psychological Association, Publication Manual of the American Psychological Association, Sixth Edition, México, D.F.: El Manual Moderno S. A., 2010.
- [37] R. Hernández, C. Fernández y M. Baptista, Metodología de la Investigación, Sexta ed., México D.F.: McGRAW-HILL, 2014.
- [38] C. Mélenlez, Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales, México D.F: Limusa SA, 2012.
- [39] N. Quezada, Estadística para Ingenieros, Lima: Macro EIRL, 2012.
- [40] M. Triola, Estadística, Juárez: Pearson, 2013.
- [41] J. Gorgas, N. Cardiel y J. Zamorano, Estadística Básica para Estudiantes de Ciencias, Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2011.