

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LOS OPERADORES
DE EQUIPOS MINEROS, PARA LA PREVENCIÓN DE
LOS RIESGOS DISERGONÓMICOS
EN LA MINA DE TOQUEPALA**

TESIS

Presentada por:

Bach. Enzo Enrique Calderón Ramos

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

TACNA – PERU

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LOS OPERADORES
DE EQUIPOS MINEROS, PARA LA PREVENCIÓN DE
LOS RIESGOS DISERGONÓMICOS
EN LA MINA DE TOQUEPALA**

Tesis sustentada y aprobada el 2 de Octubre del 2018; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:
Msc. Edgardo Teofilo Valdez Cortijo

SECRETARIO:
Dr. Carlos Huisa Ccori

VOCAL:
Msc. Salomón Medardo Ortiz Quintanilla

ASESOR:
Dr. Julio Miguel Fernandez Prado

DEDICATORIA

A mi padre Javier, a mis abuelos que son como mis padres Juan y Rosaura, por ser ejemplo en mi vida, por su invaluable apoyo y sacrificio durante mi formación universitaria y profesional.

Y, a mis hermanos Ana, Nayelli y Paolo, porque de ellos seré el ejemplo.

AGRADECIMIENTO

A mis maestros de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, por brindarme los conocimientos teórico-prácticos que, el día de hoy, me ayudan a desenvolverme profesionalmente. A mi asesor de tesis, por sus consejos, por darme la confianza para la sustentación y, por supuesto, a Dios, el que me dio las palabras exactas a plasmar en este trabajo y me iluminará en el logro de mis objetivos y metas.

CONTENIDO

	PÁG.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción del problema	3
1.1.1. Antecedentes del problema	3
1.1.2. Problemática de la investigación	4
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Problema principal	5
1.2.2. Problemas específicos	5
1.3. Justificación e importancia de la investigación	6
1.3.1. Justificación	6
1.3.2. Importancia	7

1.4.	Alcances y limitaciones	7
1.4.1.	Alcances	7
1.4.2.	Limitaciones	7
1.5.	Objetivos de la investigación	8
1.5.1.	Objetivo general	8
1.5.2.	Objetivos específicos	9
1.6.	Hipótesis	9
1.6.1.	Hipótesis general	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes del estudio	10
2.2.	Bases teóricas	15
2.2.1.	Evaluación ergonómica	15
2.2.2.	Equipos mineros	30
2.2.3.	Mina de Toquepala – Tacna	35
2.3.	Definición de términos	36
2.3.1.	Enfermedades músculo esqueléticas	36

2.3.2. Ergonomía	36
2.3.3. Estrés térmico	37
2.3.4. Evaluación de riesgos	37
2.3.5. Higiene ocupacional	37
2.3.6. Hipoacusia laboral	38
2.3.7. Hipertermia	38
2.3.8. Incidente	39
2.3.9. Medición de ruido	39
2.3.10. Método de Pareto	40
2.3.11. Método WBGT	40
2.3.12. Mina	41
2.3.13. Peligro	41
2.3.14. Riesgo	42
2.3.15. Ruido	42

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación	43
3.1.1. Tipo de investigación	43
3.1.2. Diseño de la investigación	43

3.2.	Población y muestra	44
3.2.1.	Tamaño de población	44
3.2.2.	Tamaño de muestra	44
3.3.	Ejecución de variables	46
3.3.1.	Variable independiente X	46
3.3.2.	Dimensiones e indicadores de X	46
3.3.3.	Variable dependiente Y	46
3.3.4.	Dimensiones e indicadores de Y	46
3.4.	Técnicas e instrumentos para recolección de datos	48
3.5.	Procesamiento y análisis de datos	49

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Resultados	50
4.1.1.	Estudio ergonómico de los operadores de equipos mineros críticos	50
4.1.2.	Resultado de entrevista ocupacional de riesgos disergonómicos de los operadores de equipo minero	
	Método REBA	69

4.2. Discusión	76
4.2.1. Evaluación de los factores de riesgos disergonómicos	76
4.2.2. Resultado de entrevista ocupacional de los operadores de equipo minero	77
4.2.3 Medidas de control para la prevención de los riesgos disergonómicos	80
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS	90

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁG.
Anexo 1. Matriz de consistencia	91
Anexo 2.1. Encuesta de factor de riesgo músculo esquelético	93
Anexo 2.2. Encuesta de factor de riesgo acústico – ruido	94
Anexo 2.3. Encuesta de factor de riesgo de estrés térmico	95
Anexo 3. Monitoreo ocupacional de riesgos disergonómicos con el método REBA	96
Anexo 4.1.1. Factor de riesgo músculo-esquelético en los operadores de palas hidráulicas	97
Anexo 4.1.2. Factor de riesgo músculo-esquelético en los operadores de perforadoras	98
Anexo 4.1.3. Factor de riesgo músculo-esquelético en los operadores de camiones mineros	99
Anexo 4.2. Factor de riesgo acústico en los operadores de perforadoras	100

Anexo 4.3.	Factor de riesgo de estrés térmico en los operadores de camiones mineros	103
Anexo 5.	Resultado de entrevista ocupacional de riesgos disergonómicos de operador de pala hidráulica método REBA	106
Anexo 6.	Resultado de entrevista ocupacional de riesgos disergonómicos de operador de perforadora método REBA	114
Anexo 7.	Resultado de entrevista ocupacional de riesgos disergonómicos de operador de camión minero método REBA	122

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁG.
Tabla 1. Estudios prospectivos de ergonomía y salud ocupacional en trabajo pesado	12
Tabla 2. Defectos en las piezas mecánicas	26
Tabla 3. Cuadro de riesgo y acción del método REBA	39
Tabla 4. Muestreo simple	45
Tabla 5. Muestras para medir el factor de riesgo músculo esquelético palas hidráulicas	52
Tabla 6. Muestras para medir el factor de riesgo músculo esquelético perforadoras	54
Tabla 7. Muestras para medir el factor de riesgo músculo esquelético camiones	55
Tabla 8. Consolidado de muestras – Factor de riesgo acústico perforadoras	57
Tabla 9. Muestras para medir nivel de molestias de ruido (A)	57
Tabla 10. Muestras para medir fuente de ruido que molesta (B)	58

Tabla 11. Muestras para medir nivel de ruido de distracción (C)	59
Tabla 12. Muestras para medir nivel de ruido que dificulta concentración (D)	60
Tabla 13. Muestras para medir nivel interferencia comunicación verbal (E)	61
Tabla 14. Consolidado de muestras – Factor de riesgo de estrés térmico en los camiones mineros	63
Tabla 15. Muestras para medir nivel térmico actual (A)	64
Tabla 16. Muestras para medir nivel de comodidad (B)	65
Tabla 17. Muestras para medir nivel térmico potencial (C)	66
Tabla 18. Muestras para medir aceptación del ambiente térmico (D)	67
Tabla 19. Muestras para medir nivel de ambiente térmico a soportar (E)	70
Tabla 20. Resumen de la evaluación REBA – Operador de pala hidráulica	72
Tabla 21. Resumen de la evaluación REBA – Operador de perforadora	74

Tabla 22. Resumen de la evaluación REBA – Operador de camión

minero

75

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1. Diagrama de flujo de la gestión de riesgo laboral	16
Figura 2. Posición de un conductor	17
Figura 3. Factores de riesgos psicosociales	19
Figura 4. Factores relacionados con los trastornos músculo esqueléticos	21
Figura 5. Diagrama de flujo de salud ocupacional	21
Figura 6. Diagrama de Pareto de defectos en las piezas Mecánicas (A)	27
Figura 7. Diagrama de Pareto de defectos en las piezas mecánicas (B)	27
Figura 8. Flujo de evaluación del método REBA	28
Figura 9. Vista de la mina a cielo abierto de Toquepala	31
Figura 10. Vista de pala hidráulica	32
Figura 11. Vista interior de la pala hidráulica	32
Figura 12. Vista de perforadora	33

Figura 13. Vista interior de la perforadora	33
Figura 14. Vista de camión minero	34
Figura 15. Vista interior camión minero	34
Figura 16. Sonómetro y dosímetro de ruido	40
Figura 17. Diseño de investigación causal	44
Figura 18. Reporte de MINITAB – Peligro músculo-esquelético en palas	53
Figura 19. Reporte de MINITAB – Peligro músculo-esquelético	54
Figura 20. Reporte de MINITAB – Peligro músculo-esquelético	56
Figura 21. Reporte de MINITAB – Molestias de ruido en el puesto de perforadoras	58
Figura 22. Reporte de MINITAB – Fuente de ruido	59
Figura 23. Reporte de MINITAB – Ruido de distracción	60
Figura 24. Reporte de MINITAB – Ruido que dificulta concentración	61
Figura 25. Reporte de MINITAB – Interferencia de comunicación verbal	62
Figura 26. Reporte de MINITAB – Nivel térmico actual	64

Figura 27. Reporte de MINITAB – Nivel de comodidad	65
Figura 28. Reporte de MINITAB – Nivel térmico potencial	66
Figura 29. Reporte de MINITAB – Aceptación al ambiente térmico	67
Figura 30. Reporte de MINITAB – Ambiente térmico a soportar	68
Figura 31. Imagen tomada a operador de pala hidráulica (A)	71
Figura 32. Imagen tomada a operador de pala hidráulica (B)	71
Figura 33. Imagen tomada a operador de perforadora (A)	73
Figura 34. Imagen tomada a operador de perforadora (B)	73
Figura 35. Imagen tomada a operador de camión minero (A)	74
Figura 36. Imagen tomada a operador de camión minero (B)	75

RESUMEN

Se ejecutaron evaluaciones a operadores de tres equipos mineros de la mina de Toquepala – Southern Perú Copper Corporation que se encuentran en los procesos críticos. Se realizaron en temporada de verano. Para la evaluación de los datos se usaron, herramientas estadísticas y simuladores de método de Pareto y *Software* REBA. La hipótesis de investigación fue: La aplicación de la evaluación ergonómica a los operadores de equipos mineros permitirá la prevención de los riesgos disergonómicos.

Los resultados en Pareto fueron: En operadores de pala hidráulica se registra peligro músculo-esquelético, por malestar en la zona dorsal-lumbar. En operadores de las perforadoras, la mayoría muestra un nivel bastante de molestias en sus puestos de trabajo, por el ruido provocando una elevada distracción e interferencia en la comunicación verbal, dificultando su concentración. En operadores de camiones mineros se registró un alto índice de molestia a nivel térmico, deseando un poco más de frío en el interior de la cabina. Los resultados mediante el método REBA, fueron: En los operadores de pala hidráulica, nivel de riesgo, alto. En los

operadores de perforadoras, nivel de riesgo, alto. En los operadores de camiones mineros, nivel de riesgo, alto.

ABSTRACT

Evaluations were carried out on operators of three mining equipment at the Toquepala mine - Southern Peru Copper Corporation that are in critical processes. They were held in the summer season. Statistical tools and Pareto method simulators and REBA software were used to evaluate the data. The research hypothesis was: The application of ergonomic evaluation to mining equipment operators will allow the prevention of disergonomic risks.

The results in Pareto were: In hydraulic shovel operators, musculoskeletal danger is registered, due to discomfort in the dorsal-lumbar area. In drilling rig operators, the majority show a considerable level of annoyance in their jobs, due to noise causing a high level of distraction and interference in verbal communication, making it difficult for them to concentrate. In mining truck operators a high rate of discomfort was registered at the thermal level, wanting a little more cold inside the cabin. The results using the REBA method were: High risk level for hydraulic shovel operators. In drilling rig operators, risk level, high. In mining truck operators, risk level, high.

INTRODUCCIÓN

La aparición de trastornos músculo-esqueléticos (TME) de origen laboral constituye una de las principales causas de enfermedad relacionada con el trabajo. Debido a esto, tanto las empresas como los organismos oficiales encargados de velar por la salud y la seguridad de los trabajadores prestan especial atención a este tipo de dolencias.

Los métodos de evaluación ergonómica de puestos de trabajo permiten identificar y valorar los factores de riesgo asociados a los TME presentes en los puestos de trabajo para, posteriormente, en base a los resultados obtenidos, plantear opciones de rediseño que reduzcan dicho riesgo y lo sitúen en niveles aceptables de exposición para el trabajador.

La presente tesis, denominada *Evaluación ergonómica de los operadores de equipos mineros para la prevención de los riesgos disergonómicos en la mina de Toquepala*, tiene como objetivo principal detectar los factores de riesgo y la presencia de problemas de salud de tipo disergonómico y clasificar el nivel en el que se encuentran los operadores que realizan diversas tareas en la jornada de trabajo, en equipos mineros. Existen diversos estudios que relacionan estos problemas de salud de origen laboral, con un determinado nivel de dichos factores de riesgo.

En el capítulo I se realiza el planteamiento del problema, con los objetivos y la hipótesis de investigación.

En el capítulo II se presenta el marco teórico, donde se analizan los antecedentes del estudio, las bases teóricas y la definición de términos.

En el capítulo III se enfoca el marco metodológico, diseño de la investigación, tamaño de muestra, ejecución de variables, técnicas para la recolección de datos y su procesamiento.

En el capítulo IV se muestran los resultados del estudio ergonómico y de las entrevistas a los operadores de la pala hidráulica, perforadora y camión minero en la mina de Toquepala.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de este trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

1.1.1. Antecedentes del problema

En el sector productivo minero metalúrgico, los riesgos disergonómicos vienen afectando directamente a los operadores de equipo pesado, quienes mayormente se encuentran en los procesos críticos, tales como perforación, voladura, carguío y acarreo.

En la actualidad, en Perú, el tema de ergonomía no se está atendiendo, pese a que en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, D.S. N°024-2016-MEM, Art.114, se indica que la evaluación se aplicará siguiendo la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico, R.M N° 375-2008-TR, con la finalidad de que las empresas puedan aplicarlas en sus diferentes procesos y puestos de trabajo, así como a sus respectivas tareas, contribuyendo de esa forma al bienestar físico, mental y social del trabajador.

En la región Tacna, para la ampliación o puesta en marcha de los proyectos mineros, se están iniciando exploraciones en diversas minas; por lo que el presente trabajo pretende identificar, evaluar y controlar los factores de riesgos disergonómicos en las diversas tareas de conducción de equipos pesados críticos, estando entre ellas la operación de palas hidráulicas, perforadoras y camiones mineros con el propósito de lograr un mejor ambiente laboral.

1.1.2. Problemática de la investigación

El problema central en el proceso de conducción de equipos mineros, es el alto índice de enfermedades ocupacionales de los operadores y se debe a diversas causas directas e indirectas:

- Mala postura del operador al sentarse en la máquina.
- Falta de entrenamiento del operador.
- Mal diseño del puesto de trabajo.
- Pendientes en los accesos de la faena.
- Falta de mediciones del ambiente laboral.
- Fallas en el mantenimiento de la máquina.
- Procedimientos o instructivos desactualizados.
- Condiciones meteorológicas.

- Otros actos sub estándares.
- Otras condiciones sub estándares.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

¿La evaluación ergonómica de los operadores de equipos mineros prevendrá los riesgos disergonómicos?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los factores de riesgos ergonómicos más significativos en los operadores de palas hidráulicas, perforadoras y camiones mineros?
- ¿Cuáles son los niveles de riesgos disergonómicos de los operadores de palas hidráulicas, perforadoras y camiones mineros?
- ¿Cuáles son las medidas de control más efectivas para la prevención de los riesgos disergonómicos?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

1.3.1. Justificación

Esta investigación se realizó por cinco razones importantes:

- a) Sirve para tener un prototipo y demostrar el nivel de relación entre el estudio ergonómico y las enfermedades ocupacionales.
- b) Los beneficios de este proyecto son compartidos; es decir, para los empresarios y los trabajadores de las empresas mineras.
- c) El resultado de este trabajo ayudará a tomar acción correctiva en los operadores, ya que se descubrirán diversos factores de riesgos disergonómicos que generan enfermedades ocupacionales.
- d) El valor teórico de este proyecto es que permite generalizar y ampliar los resultados para los fundamentos de la ergonomía.
- e) La utilidad metodológica permitirá contribuir a la definición de la relación entre dos variables cualitativas.

1.3.2. Importancia

Esta investigación tiene un enfoque cuali–cuantitativo, porque se busca hacer mediciones de variables discretas dentro de la ergonomía ocupacional y ambiental, para obtener mejor calidad de vida de los operadores de equipos pesados en la gran minería, como es el caso de las empresas contratistas de la empresa Southern Perú Copper Corporation.

1.4. Alcances y limitaciones

1.4.1. Alcances

Este trabajo se ha ejecutado en temporada de verano y se ha aplicado solo a operadores de tres (3) equipos mineros críticos de la mina de Toquepala – Southern Perú Copper Corporation, identificados como pala hidráulica, perforadora y camión minero.

1.4.2. Limitaciones

Entre las limitaciones que se presentaron durante el desarrollo de la presente investigación está la toma de más muestras en la mina de Toquepala para monitorear y evaluar a los mismos operadores de los equipos críticos seleccionados. Generalmente, el conductor está acostumbrado a realizar su trabajo de una forma o manera determinada y

el realizar observaciones e inspecciones externas para implantar mejoras en su trabajo, suele dificultar su normal desempeño porque se sienten acondicionados, pero realizando las acciones correctivas y supervisiones constantes dará como resultado que la producción vaya de la mano con la seguridad, ergonomía y salud ocupacional.

Por lo tanto, se requieren más facilidades para garantizar la medición con muestras más representativas que hubieran permitido conseguir resultados más confiables y válidos para la mejora de la higiene y salud ocupacional.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Realizar la evaluación ergonómica, con normativa vigente, de los operadores de equipos mineros para la prevención de los riesgos disergonómicos.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar los factores de riesgos ergonómicos más significativos en los operadores de palas hidráulicas, perforadoras y camiones mineros.
- Establecer los niveles de riesgos disergonómicos de los operadores de palas hidráulicas, perforadoras y camiones mineros.
- Determinar las medidas de control más efectivas para la prevención de los riesgos disergonómicos.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

En este trabajo de investigación, la hipótesis de investigación fue la siguiente:

La aplicación de la evaluación ergonómica, con normativa vigente, a los operadores de equipos mineros permitirá la prevención de los riesgos disergonómicos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

A nivel mundial existen trabajos de evaluación de riesgos disergonómicos en el sector minero, industrial y de servicios, aplicados a maquinaria pesada, tales como cargadores frontales, excavadores, volquetes, motoniveladoras, montacargas, camionetas, etc. Pero, difieren por los diversos puestos de trabajo y condiciones ambientales de las zonas donde operan los equipos mineros.

En Chile, la Dirección de Trabajo ha realizado la investigación “Una aproximación a las condiciones de trabajo en la gran minería de altura” (C.I N° 40, 2011), donde la muestra fue 21 empresas que realizaban el trabajo en siete faenas mineras ubicadas sobre los 3000 msnm. De ellas, siete fueron empresas principales con 9304 trabajadores, 13 contratistas y una subcontratista con 23 427 colaboradores, con edades de 21 a 59 años y desempeños de 9 a 32 años. Las conclusiones fueron las siguientes:

- Trabajo en condiciones de altitud intermitente, por lo turnos en sistemas de jornadas 7x7x12 y 4x4x12 (el 85,6 %).
- Condiciones de aislamiento social y familiar (el 84,6 %).
- Trabajo con exigencias de adaptación a la vida en campamentos por largos períodos de tiempo.
- Realización de jornadas excepcionales de trabajo y en sistemas de turnos día-noche con largas jornadas de trabajo (hasta 12 horas diarias).
- Exigencias desde el punto de vista psicológico y ergonómico.
- Manejo de maquinarias y equipos de alta peligrosidad.
- Exposición a condiciones de frío, calor, humedad, ruido y vibración (100 % de policlínicos en las minas).
- Exposición a contaminantes ambientales como humos, vapores, polvo en suspensión (el 75,8 % se cambia la ropa de trabajo en campamentos).
- Nivel de ingresos y bonos superiores a otros sectores laborales.
- Exigencias en la mantención de un estado físico y psicológico adecuado, que permita la adaptación a este sistema de trabajo.

A continuación, se presenta un cuadro de trabajos de prevención de riesgos disergonómicos a trabajadores estudiados en diversos períodos y sus factores predictores.

Tabla 1*Estudios prospectivos de ergonomía y salud ocupacional en trabajo pesado*

Autor	Sujetos estudiados	Periodo de seguimiento	Factor predictor
Karpansalo 2006	1755 trabajadores (hombres).	16 años	Trabajo físico pesado y posturas forzadas.
Salonen et al. 2003	126 trabajadores de industria de alimentos.	11 años	Trabajo físico pesado, entre otros.
Hagen et al. 2002	34 753 trabajadores (hombres y mujeres).	7 años	Trabajadores físicamente demandante, deficiente condiciones de salud general, hábito de consumo de tabaco y alto índice de masa corporal.
Lund et al. 2001.	2918 trabajadores municipales.	2.5 años	Trabajo físico pesado, entre otros.
Krause et al. 1997	1038 trabajadores (hombres).	4 años	Trabajo pesado, posturas forzadas, largas horas de trabajo, exposición a ruido, carga física y mental, instalación laboral.
Manninen et al. 1997	8655 trabajadores agrícolas (4 118 hombres y 4 537 mujeres).	10 años	Carga psicológica.
Toumi et al. 1991	6165 empleados municipales (hombres y mujeres).	4 años	Factores individuales (edad, estilos de vida, hábito de consumo de tabaco) y carga física de trabajo.

Fuente: U. de Chile, 2011, p. 47 Estudios realizado por la Universidad de Chile y publicado en una Guía Técnica para la evaluación de trabajo pesado

Juan Raúl Fuentes Garrido, (2010) en su trabajo de titulación:
“Investigación y aplicación de técnicas de control de ruido al interior de

cabinas de la flota de camiones de Compañía Minera Cerro Colorado”, en la Universidad Austral de Chile, concluye:

El camión minero, sin duda, se encuentra entre las máquinas más grandes, poderosas e imponentes jamás construidas. Su gran envergadura y poder le permite ser usado en un gran número de tareas, y transportar de forma casi ininterrumpida una gran cantidad de material. Sin embargo, su majestuosidad trae asociado una serie de inconvenientes como el ruido que, de no ser atendidos de forma oportuna, puede desencadenar problemas que atenten contra la salud y la seguridad de las personas que trabajan en torno a él. (p.107)

Erika Maricela Capuz Balladares (2012) en su trabajo de titulación: “Estudio ergonómico de los puestos de trabajo en maquinaria pesada y extra pesada en el área minera de constructoras para disminuir los problemas músculo esqueléticos y mejorar el ambiente laboral de los trabajadores”, de la Universidad Técnica de Ambato, concluye que, “del análisis de riesgos se identificó la presencia de dolores lumbares como principal causa de trastornos músculo-esqueléticos en los operadores de maquinaria en la constructora Alvarado-Ortiz, representando el 78 % de intolerancia de todos los riesgos”. (p.209)

Sánchez García y Forero Henano (2004), realizaron la investigación titulada “Estudio de las condiciones de trabajo de los conductores de vehículos de carga en Colombia para proponer mejoras en los puestos de trabajo”, de la Pontificia Universidad Javeriana, quienes concluyeron:

Los vehículos integrados presentan algún tipo de problema con relación a las variables medidas. Estos vehículos han sido desarrollados, pensando en la manipulación de la mercancía por parte de los trabajadores y no en la comodidad de ellos. Por esto, se plantean mejoras para reducir el estrés térmico, aumentar la ventilación y mejorar la ergonomía del puesto. (p.117)

A nivel nacional existen tesis de investigación desarrollados en algunas universidades públicas y privadas. Sin embargo, en el sector minero, no existen trabajos de investigación sobre ergonomía, con resultados favorables para el control, prevención y vigilancia de la salud de los trabajadores.

Isabel Angulo Salazar (2015) en su trabajo de titulación: “Plan de seguridad para el taller de mantenimiento de maquinaria pesada de la región Lambayeque”, de la Universidad Nacional de Trujillo, concluyó “El taller mecánico no dispone de información sobre el estado de salud de sus miembros, sea físico o psicológico. Asimismo, no tiene determinado los

índices que afectan la mala salud ocupacional y debió tener establecidos los factores de riesgo laboral, programas de salud ocupacional y caracterización del ambiente de trabajo”. (p.100)

Luis Alberto Valdiviezo Guzmán (2014) en el trabajo de posgrado: “Estudio de la vibración producida por maquinaria minera en la salud de los trabajadores en la Unidad Minera Breapampa”, de la Universidad Nacional de Ingeniería, concluye que, “se estableció que la magnitud de las vibraciones de maquinarias en cuerpo entero es: Motoniveladora 0,30 m/s², cargador frontal 0,13 m/s² y volquete 0,15 a 0,27 m/s²; lo cual no afecta la salud de los trabajadores en la Unidad Minera, porque no llegan al mínimo establecido por la ley, que es de 0,5 m/s²”. (p.94)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Evaluación ergonómica

- **Gestión y evaluación de riesgos**

“La gestión de riesgos comprende la identificación de peligros, así como la estimación, evaluación y control del riesgo de seguridad y salud ocupacional”. (Rubio, 2001, pp. 4-13)

La evaluación de riesgos implica el análisis y la valoración de los riesgos usando como herramientas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, la matriz de Identificar los Peligros y Evaluación de Riesgos IPERC y el mapa de riesgos.

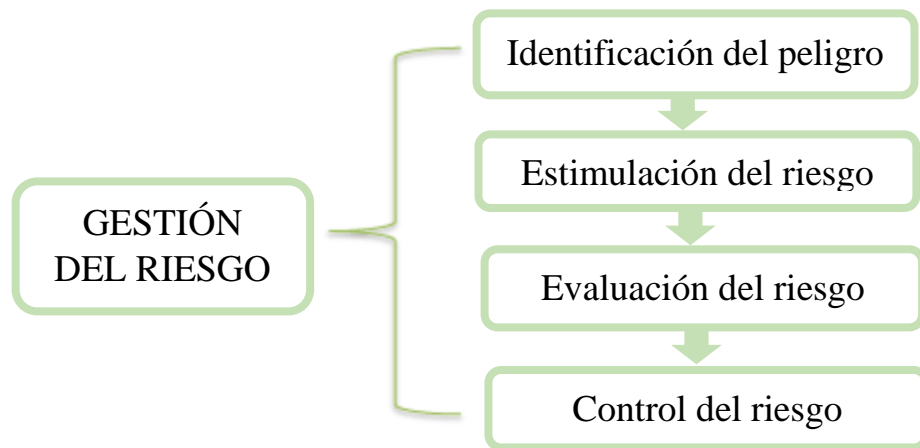


Figura 1. Diagrama de flujo de la gestión de riesgo laboral
Fuente: Curso de Higiene Industrial, TECNICAP, 2015

- **Factores de riesgos disergonómicos**

Con base en el marco legal (MINTRA, 2008), se indica que, el Sector ha procedido a la elaboración de la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico, con la finalidad de que las empresas puedan aplicarlas en sus diferentes áreas y puestos de trabajo, así como a sus respectivas tareas, contribuyendo de esa forma al bienestar físico, mental y social del trabajador.

En las empresas mineras se han identificado dos tipos de factores de riesgos de trabajo:

- **Grupo 4: Factores de riesgos disergonómicos y psicosociales productores de sobrecarga física**

El primero debido a las posiciones inadecuadas del cuerpo (sentado, de pie, encorvado y acostado) y las posturas inadecuadas del cuerpo (rotada, flexionada, extendida y encogida), que agrava los trastornos músculo-esqueléticos.



Figura 2. Posición de un conductor
Fuente: Curso de Higiene Industrial, TECNICAP, 2015

El segundo factor de riesgo es debido al tipo y organización del trabajo que genera importante fatiga muscular y afecta la psiquis y las relaciones sociales en el ámbito laboral y familiar. Los peligros son:

- . Tipo laboral: moderado y dinámico.
- . Tipo organizacional: Ritmo laboral, horas extras y falta de incentivos.

- **Grupo 5: Factores de riesgos psicosociales productores de sobrecarga psíquica**

Se deben a la mala planificación, dirección y control en una unidad, área u oficina, así como por razones extra laborales que pueden generar emociones desagradables, repetitivas y prolongadas, tales como:

- Actividades monótonas y repetitivas.
- Alta concentración en la relación hombre–informe y hombre–máquina.
- Exceso de responsabilidad.
- Alta toma de decisiones.
- Falta de procedimientos o de instructivos.
- Relaciones interpersonales tensas.



Figura 3. Factores de riesgos psicosociales
Fuente: Curso de Higiene Industrial, TECNICAP, 2015

- **Trastornos músculo-esqueléticos y enfermedades ocupacionales**

“No todas las personas son iguales física ni psíquicamente. Al no estar dispuesto a cambio, estas características serán consideradas en el diseño de los puestos de trabajo, cosa que generalmente no se realiza y que provoca, normalmente, la inadaptación de la persona debido a frecuentes molestias de tipo muscular, articulario, cerebral, etc.” (Creus Solé, 2013, p.719)

La visión moderna de la medicina enfocada al trabajo parte de la hipótesis de que en los puestos de trabajo existe un ambiente o actividad insalubre, por lo que requiere su reconocimiento, evaluación y control ambiental, a la vez que genera una enfermedad ocupacional a los trabajadores que también requieren el diagnóstico y tratamiento.

En este sentido y en cumplimiento de la Ley N° 29783 y sus reglamentos D.S N° 005-2012-TR, D.S N° 024-2016-EM y D.S N° 023-2017-EM, la empresa debe coordinar con la Dirección Regional de Salud, para el cumplimiento de las acciones a realizar en trabajo y salud, tales como: Vigilancia del ambiente de trabajo; educación, capacitación e información en salud en el trabajo; vigilancia de la salud de los trabajadores; servicio médico ocupacional y Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (SCTR).

En lo que respecta al cuidado de la salud de los trabajadores, existen dos tipos: Evaluación del estado de salud de los trabajadores (una evaluación médica cada 2 años) y evaluación del riesgo para la salud (2 monitoreos ocupacionales de higiene al año).



Figura 4. Factores relacionados con los trastornos músculo-esqueléticos
Fuente: Madrid, 2003, p. 1

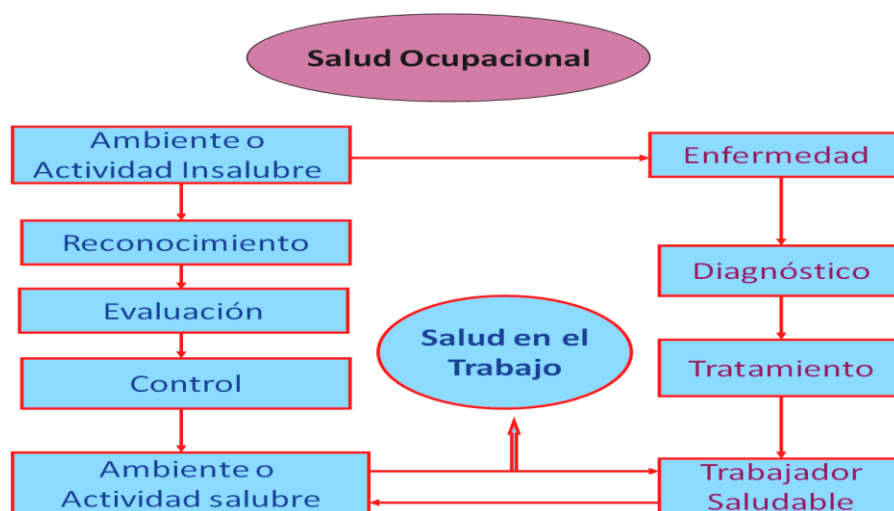


Figura 5. Diagrama de flujo de salud ocupacional
Fuente: Ley N° 26842 (MTPE, 2016)

Por lo tanto, con fines de prevención para evitar los trastornos músculo-esqueléticos relacionados al trabajo (TMERT) y enfermedades

ocupacionales, se recomienda que los colaboradores estén capacitados.

Dichas enfermedades son:

- Lumbalgia y cervicalgia en la columna
- Tendinitis y tenosinovitis: Síndrome del manguito rotador en el hombro
- Epicondilitis: Síndrome en el codo
- Tenosinovitis y sinovitis: Síndrome en las manos
- Hernia discal y trastornos del dorso lumbar en la columna
- Trauma acumulativo de los miembros superiores (brazos)
- Síndrome del túnel del carpo (manos)
- Hipoacusia
- Hipertermia.

- **Ruido ambiental**

Creus Solé (2013) indica:

El aumento de la mecanización en los puestos de trabajo y la incorporación de nuevas tecnologías ha provocado una mayor contaminación sonora en el ambiente laboral. Esto implica la pérdida de capacidad auditiva. Esencialmente el empresario debe llevar a cabo la vigilancia de la salud, mediante controles auditivos de los trabajadores expuestos a ruido, realizados al incorporarse a su puesto de trabajo y periódicamente, en función del nivel de ruido existente y

debe requerir del suministrador de equipos y máquinas, información sobre el ruido que producen y acondicionar acústicamente los centros de trabajo y mantener archivados, durante 30 años los datos, de las evaluaciones y controles médicos de los trabajadores. (p.719)

Por su parte, ellos están obligados a utilizar los equipos de protección auditiva (EPA) cuando el nivel sonoro supere los límites máximos permisibles y a colaborar en los reconocimientos médicos auditivos.

- **Estrés térmico**

Creus Solé (2013) en torno al estrés térmico precisa lo siguiente:

El trabajo físico genera calor que el hombre combate gracias a un eficaz sistema de auto regulación que mantiene su cuerpo a una determinada temperatura constante en torno a los 310,15 kelvin. El bienestar térmico del trabajador depende del calor producido por el cuerpo y de los intercambios con el medio ambiente y viene determinado por una serie de variables, tales como: temperatura del ambiente, humedad, actividad física y clase de vestido. El calor puede causar los siguientes daños: erupciones de la piel, calambres, vértigo, síncope, choque térmico en personas no aclimatadas por acumulación de calor (aporte mayor que las pérdidas), sarpullidos, erupciones, insolación. (p.541)

- **Método de Pareto**

El método de Pareto es una herramienta de calidad para solucionar problemas. Se conoce que más de 80 % de los problemas en una organización es por causas comunes o pocos vitales que actúan de manera permanente sobre los procesos. “El principio de Pareto o Ley 80-20 significa que pocos elementos (20 %) generan la mayor parte del efecto (80 %), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total”. (Gutiérrez P. Humberto y de la Vara Salazar, 2009, p.136)

Una vez que sean corregidos los factores o causas, entonces se vuelve a aplicar Pareto para localizar de entre los que quedan a los más importantes, volviéndose este ciclo una filosofía y solución de problemas de segundo nivel.

Según Gutiérrez P. Humberto y de la Vara Salazar (2009), las características de un buen diagrama de Pareto (DP) son:

- La clasificación por categorías del eje horizontal (X) puede abarcar diferentes tipos de variables; por ejemplo: tipo de defectos, grupo de trabajo, producto, tamaño, etc.
- El eje vertical izquierdo (Y1) debe representar unidades de medida que den una clara idea de la importancia de cada categoría (N° de artículos rechazados, horas-hombre, horas-máquina, etc.)

- El eje vertical derecho (Y2) representa una escala en porcentajes de 0 a 100, para que con base en esta se pueda evaluar la importancia de cada categoría respecto a las demás.
- La línea acumulativa representa los porcentajes acumulados de las categorías.
- Para que no haya un número excesivo de categorías que dispersen el fenómeno, se recomienda agrupar las categorías que tienen relativamente poca importancia en una sola y catalogarla como la categoría de “otras” (no es conveniente que esta categoría represente un porcentaje de los más altos. Si esto ocurre, se debe revisar la clasificación y evaluar alternativas.
- Un criterio rápido para saber si la primera barra o categoría es significativamente más importante que las demás, no es que esta represente el 80 % del total, más bien si ésta al menos duplica en magnitud al resto de las barras.

En otras palabras, hay que verificar si dicha barra predomina claramente sobre el resto.

Cuando en un DP no predomina ninguna barra y este tiene una apariencia plana o un descenso lento en forma de escalera, significa que se deben reanalizar los datos o el problema y su estrategia de clasificación.

- Es necesario agregar en la gráfica el período que representan los datos. Se recomienda anotar claramente la fuente de los datos y el título de la gráfica.
- Cuando se localiza el problema principal, es indispensable hacer un DP de segundo nivel en el cual se identifican los factores o causas que originan tal problema.

Es un error frecuente utilizar el DP solo para identificar un problema importante y no para localizar su causa principal, por lo que es común que la decisión se tome sobre la causa a atacar, después de definir el problema que se considera más importante (la barra más alta).

Ejemplo: Diagrama de Pareto para la fabricación de piezas mecánicas.

Tabla 2

Defectos en las piezas mecánicas

Tipos de Efectos en las piezas	No. De defectos	%	Número acumulado	% Acumula
Rasguños superficiales	119	62,63	119	62,63
Rupturas	37	19,47	156	82,11
Imcompletas	13	6,84	169	82,95
Forma inapropiada	12	6,32	181	95,26
Otros	9	4,74	190	100,00

Fuente: Gutiérrez P. Humberto y de la Vara Salazar, 2009, p. 140

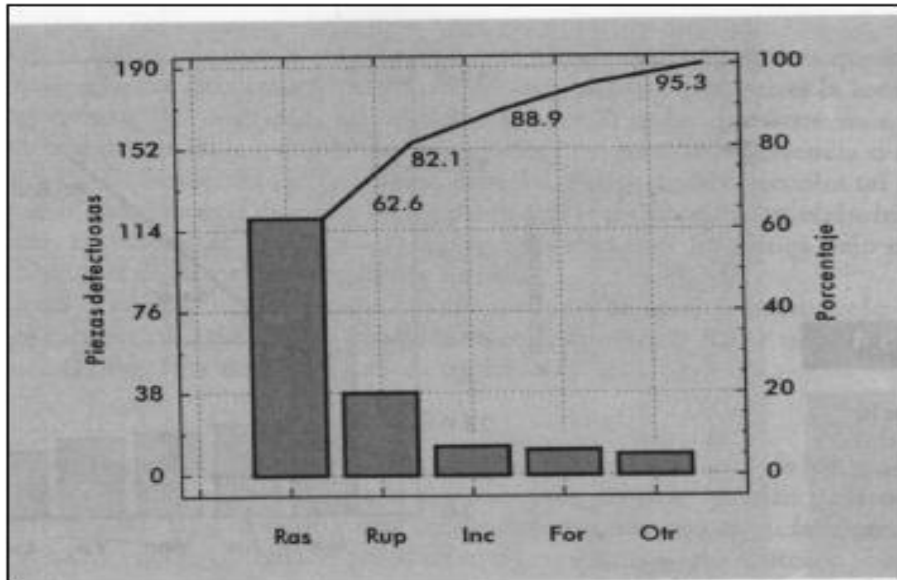


Figura 6. Diagrama de Pareto de defectos en las piezas mecánicas (A)
Fuente: Gutiérrez P. Humberto y de la Vara Salazar, 2009, p.141

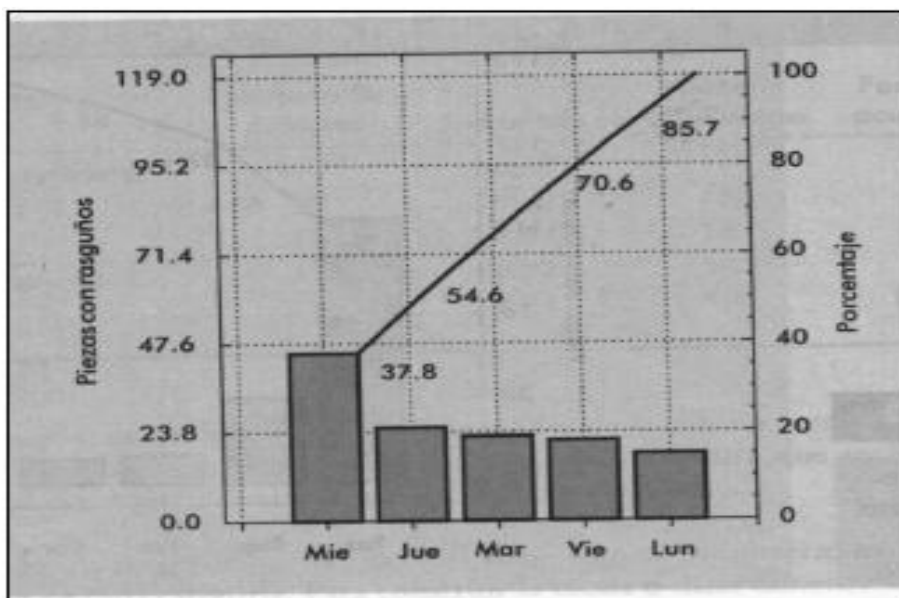


Figura 7. Diagrama de Pareto de defectos en las piezas mecánicas (B)
Fuente: Gutiérrez y de la Vara Salazar, 2009, p.142

- **Método REBA**

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) es una herramienta de análisis de carga postural estática o dinámica que permite evaluar un conjunto de posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo y muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas, pero también de la fuerza manejada, tipo de agarre o de actividad muscular del trabajador.
(<http://www.prevencion.wordpress.com>, 2017)

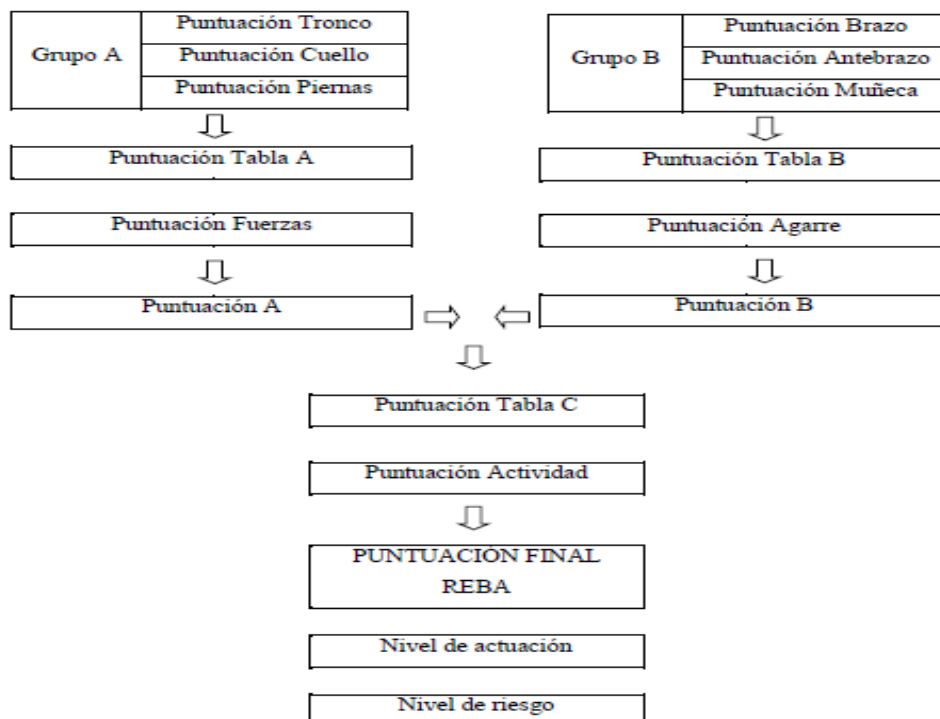


Figura 8. Flujo de evaluación del método REBA

Fuente: NPT601, 2000, pp. 6-15

“El método REBA es el resultado del trabajo conjunto de un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, que identificaron alrededor de 600 posturas para su elaboración”. (NTP601, 2000, p.1)

La puntuación final del método REBA estará comprendida en el rango de 1 a 15. Este puntaje indicará el riesgo que supone desarrollar la tarea analizada y los niveles de acción necesarios en cada caso.

Tabla 3

Cuadro de riesgo y acción del Método REBA

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inaceptable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: Mcatamney, 2003

En entrevista personalizada con el Ing. Sergio Tello Torres, comentó: La posición sentada mantenida por periodos de tiempo prolongados podría provocar molestias o dolores en la columna vertebral (especialmente en la zona lumbar) y músculos adyacentes, viéndose agravado en los casos de sobrepeso. A su vez, a causa de la falta de

contracción y relajación de la musculatura de los miembros inferiores, podría verse comprometida la irrigación sanguínea de los operadores de equipos pesados. (Tello Torres, 2017)

Tello Torres (2017) comentó que, vale mencionar que las enfermedades cardiovasculares significan un importante factor de riesgo para la actividad de conducción. Los conductores de equipos mineros tienen una probabilidad dos veces mayor de morir por enfermedades cardiovasculares y a una edad más joven comparado con otros conductores. Esto se podría explicar por tres razones: factores de selección, una mayor carga mental y la naturaleza sedentaria del trabajo.

En la misma entrevista precisó que, aun estando sentados de forma correcta en un equipo minero, la columna vertebral –al no contar con el apoyo de las piernas– tiene que soportar una presión de 40 % superior a la que aguanta cuando está de pie. Si, además, la postura es inadecuada, el aumento de presión sobre la columna puede llegar al 90 %.

2.2.2. Equipos mineros

En la gran minería y en minas a cielo abierto, existen áreas y procesos críticos donde se realizan los trabajos de perforación, carguío y transporte de mineral de cobre, y donde se presenta el talud de trabajo, ya

que puede presentarse deslizamiento de roca y/o presencia de polvo fugitivo. Se denomina proyecto ya que al día trabajan cerca de 300 taladros, distanciados de 6 a 7 m, cuando se desea extraer mineral, y distanciamiento de 8 a 10 m, cuando quieren extraer desmonte.



Figura 9. Vista de la mina a cielo abierto de Toquepala.
Fuente: Imagen tomada en terreno (Calderón, 2017)

a) Pala hidráulica

La pala hidráulica marca Terex con cuchara de 100 t, tipo rodadura por orugas que realiza el carguío de mineral y/o desmonte hacia los camiones mineros, cerca de 3 a 4 pases por camión.



Figura 10. Vista de pala hidráulica
Fuente: Imagen tomada en terreno (Calderón, 2017)



Figura 11. Vista interior de la pala hidráulica
Fuente: Imagen tomada en terreno (Calderon, 2017)

b) Perforadora

La perforadora de marca Sandvik Titon 500, tipo rodadura por orugas, tiene un solo brazo con brocas de 11 pulgadas, y realiza cerca de 20 taladros de 15 m por guardia.



Figura 12. Vista de perforadora

Fuente: Imagen tomada en terreno (Calderón, 2017)



Figura 13. Vista interior de la perforadora

Fuente: Imagen tomada en terreno (Calderón, 2017)

c) Camión minero

Este equipo de marca Caterpillar 777 es de 400 t, y sirve para transportar mineral hacia la planta concentradora. Contiene 6 neumáticos y trabaja a doble turno (día y noche).



Figura 14. Vista de camión minero

Fuente: Imagen tomada en terreno (Calderón, 2017)



Figura 15. Vista interior del camión minero

Fuente: Imagen tomada en terreno (Calderón, 2017)

2.2.3. Mina de Toquepala – Tacna

La mina de Toquepala (Southern, 2017) es un yacimiento minero que se encuentra ubicado en el departamento de Tacna, provincia de Jorge Basadre, distrito de Ilabaya, sito entre los 2900 y 3600 m.s.n.m. Su ubicación es montañosa y semidesértica con parámetros anuales de 80 mm de precipitación y 1500 mm de evaporación. En la dirección noroeste se encuentran los yacimientos de Cuajone y Quellaveco, a una distancia de 30 y 20 km, respectivamente.

La topografía es accidentada, debido a innumerables quebradas profundas que, en su recorrido desde la sierra hacia los desiertos de la costa, cortan transversalmente el flanco occidental de los andes suroccidentales. El tajo o cielo abierto de la mina se encuentra a una altitud de 3600 msnm, presentándose hacia el este nevado con elevaciones que se aproximan a los 6000 msnm Geográficamente, esta mina se encuentra a 17° 13' de latitud sur y 70° 36' de longitud oeste.

2.3. Definición de términos

2.3.1 Enfermedades músculo-esqueléticas

“Las enfermedades músculo esqueléticas son lesiones consecuentes o graves de los trastornos músculo-esqueléticos (TME), que afectan las partes blandas del aparato locomotor (músculos, tendones, nervios y estructuras articulares) y se manifiestan con dolor y limitación funcional de la zona afectada y que impide realizar el trabajo”.
(<http://www.madrid.org>, 2017)

2.3.2 Ergonomía

“Etimológicamente, la palabra ergonomía es una conjunción de los vocablos ‘ergos’ que significa trabajo y ‘nomos’ que son leyes naturales, lo que implica como resultado estudio de las leyes naturales que regulan el trabajo”. “La ergonomía busca reducir o evitar las enfermedades generadas por el trabajo debido a las posturas antinaturales, los movimientos repetitivos o no adecuados, y las exposiciones a ruidos, vibraciones, gases, iluminación, etc. que afectan el organismo en el transcurso del tiempo”.
(Aref A. y Fernández, W., 2007, p.3)

2.3.3 Estrés térmico

El riesgo de estrés térmico para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Existen diversos métodos para valorar el ambiente térmico en sus diferentes grados de agresividad. (NTP322, 2000)

2.3.4 Evaluación de riesgos

Es un proceso derivado de un peligro teniendo en cuenta la adecuación de los controles existentes y la toma de decisión si el riesgo es aceptable o no. Se usan matrices 3 x 3 o 5 x 5, que representa la zona de convergencia de la frecuencia de probabilidad y la severidad o consecuencia. (MINAM D.S 024.2016-EM, 2016)

2.3.5 Higiene ocupacional

La higiene ocupacional es una especialidad no médica orientada a identificar, reconocer, evaluar y controlar los factores de riesgos ocupacionales (físicos, químicos, biológicos, psicosociales, disergonómicos y otros) que puedan afectar la salud de los trabajadores,

con la finalidad de prevenir las enfermedades ocupacionales. (MINAM D.S 024.2016-EM, 2016)

2.3.6 Hipoacusia laboral

Cualquier persona expuesta a ruido de forma repetida, puede desarrollar una hipoacusia progresiva, al cabo de los años. La pérdida auditiva empieza en la zona extra conversacional y, por tanto, no es percibida por el paciente; a menudo, el síntoma inicial es el acúfeno que son ruidos o pitidos anormales en los oídos, causado por la vibración de los tejidos que rodean al oído o por errores en el sistema auditivo, Ley N° 26842. (MTPE, 2016).

2.3.7 Hipertermia

Es el incremento involuntario de la temperatura corporal por encima de la fiebre (310,15 a 648,15 kelvin) medida con termómetro en el recto o en el esófago, Ley N° 26842. (MTPE, 2016)

2.3.8 Incidente

Suceso con potencial de pérdidas acaecido en el curso del trabajo o en relación con el trabajo, en el que la persona afectada no sufre lesiones corporales. (MINAM D.S 024.2016-EM, 2016)

2.3.9 Medición de ruido

El ruido se puede medir con instrumentos calibrados o con cuestionarios validados, según sea del ambiente del puesto laboral o en el mismo cuerpo del trabajador.

El primero se realiza con el sonómetro y el segundo con el dosímetro. Para usar el sonómetro se coloca a la altura del pabellón auricular, se anotarán todos los datos que se lee y se localizará en un plano de la empresa el lugar o la máquina donde se ha realizado la medición. En el caso del dosímetro, se le instalará al trabajador, colocándolo el micrófono a la altura del pabellón auricular y se le mantendrá en funcionamiento de un tiempo de la jornada, admitiéndose que el resto de la jornada tendrá el mismo nivel de ruido. (Tello, 2016)



Figura 16. Sonómetro y dosímetro de ruido
Fuente: TECNOMAB, 2016

2.3.10 Método de Pareto

El método de Pareto es la regla 80-20 o procedimiento estadístico que se usa para separar las pocas causas vitales de un problema particular de las muchas triviales. Es una herramienta gráfica usada para priorizar una lista de variables categóricas basándose en el impacto o frecuencia de ocurrencia. (Tello, 2016)

2.3.11 Método Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)

“El método WBGT (Wet Bulb Glob Temperature) es una herramienta que mide el calor o estrés térmico en el ambiente laboral, cuyo cálculo del índice permite tomar decisiones de las medidas preventivas que hay que aplicar”. (NTP322, 2000, p.4)

El índice WBGT se calcula a partir de la combinación de los parámetros ambientales:

$$\text{WBGT} = 0,7 * \text{BH} + 0,2 * \text{TG} + 0,1 * \text{BS} \quad [1]$$

Donde:

BH es la temperatura de bulbo húmedo o natural, °C.

TG es la temperatura del globo, °C.

BS es la temperatura de bulbo seco o del aire exterior, °C.

2.3.12 Mina

Es un yacimiento mineral que se encuentra en proceso de explotación. (MINAM D.S 024.2016-EM, 2016)

2.3.13 Peligro

Situación o característica intrínseca de algo capaz de ocasionar daños a las personas, equipos, procesos y ambiente. (MINAM D.S 024.2016-EM, 2016)

2.3.14 Riesgo

Es la combinación de probabilidad y severidad reflejados en la posibilidad de que un peligro cause pérdida o daño a las personas, equipos, procesos y ambiente. (MINAM D.S 024.2016-EM, 2016)

2.3.15 Ruido

Es un sonido indeseable o perturbador que afecta psicológica o físicamente al ser humano, es decir es una apreciación subjetiva de un sonido. Un mismo sonido puede ser considerado como molesto o agradable, dependiendo de la situación y sensibilidad del trabajador. (Rubio, 2001, p.39)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es estudio de caso, ya que se desea evaluar intensivamente (Espinoza, 2013) los factores de riesgos ergonómicos, su situación actual de los operadores de equipo pesado para la prevención de enfermedades ocupacionales en la mina de Toquepala.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental, transeccional causal y prospectivo porque no se manipulan las variables, se realiza en un momento y se analizan relaciones de causalidad de la variable independiente (X) sobre la variable dependiente (Y), a partir del tamaño de la muestra "n".

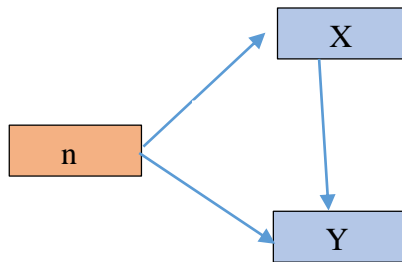


Figura 17. Diseño de investigación causal
Fuente: Espinoza, 2013

3.2. Población y muestra

3.2.1 Tamaño de población

La población está constituida por operadores de equipos mineros en la mina de Toquepala:

- N1 = 9 operadores de palas hidráulicas.
- N2 = 9 operadores de perforadoras.
- N3 = 80 operadores de camiones mineros.

3.2.2 Tamaño de muestra

Debido a que la población de operadores de palas y perforadoras son pequeñas, las muestras parciales serán las mismas:

- n1 = 9 operadores de palas hidráulicas.

- $n_2 = 9$ operadores de perforadoras.

En tanto que, para los camiones se aplica el muestreo simple, según la tabla siguiente. (Espinoza, 2013)

Tabla 4

Muestreo simple

MUESTREO SIMPLE para N = 80 Operadores de Camiones Mineros		
$n_{\infty} = \frac{z_{\alpha/2}^2 p_e q_e}{E^2}$	$n = \frac{n_{\infty}}{1 + \frac{n_{\infty}}{N}}$	
PARA ESTIMULAR UNA PROPORCIÓN POBLACIONAL		
Tamaño de la población	N	80
Error Alfa (Nivel de significancia)	α	0,05
Nivel de confianza	$1 - \alpha$	0,95
Parámetro estadístico estándar Z de ($1 - \alpha$)	Z ($1 - \alpha$)	1,96
Proporción proporcional	p	0,75
Error absoluto de muestreo y precisión (Mu -Xm): +/- 10 %	E	0,15
Tamaño de la muestra para la población infinita	n_{∞}	32
Tamaño de la muestra para la población finita	n	23

Fuente: Elaboración propia, 2017

Por lo tanto:

- $n_3 = 23$ operadores de camiones mineros.

3.3. Ejecución de variables

3.3.1 Variable independiente X

X: Evaluación ergonómica de los operadores de equipos mineros.

3.3.2 Dimensiones e indicadores de X

- X1: Operación de equipo minero: Factor músculo esquelético.
- X2: Ambiente laboral: Factor de riesgo acústico y factor de estrés térmico.

3.3.3 Variable dependiente Y

Y: Prevención de los riesgos disergonómicos.

3.3.4 Dimensiones e indicadores de Y

- Y1: Riesgo músculo–esquelético: cuello, hombros y brazos, antebrazos, muñecas, manos, zona lumbar, dorsal de la espalda, caderas, nalgas, muslos, rodillas, piernas y pies.

Índices cuantitativos: Escala dicotómica (1: No, 2: Sí).

- Y2: Riesgo acústico: molestias, fuentes, factor de distracción, dificultades de concentración, interferencia en comunicación.

Índices cuantitativos: Escala de Likert (1: Nada, 2: Poco, 3: Regular, 4: Bastante y 5: Mucho).

- Y3: Riesgo térmico: sensación de calor, comodidad, preferencia, aceptación, resistencia.

Índices cuantitativos: Escala de Likert (1: Normal, 2: Un poco, 3: Más, 4: Mucho más y 5: Excesivo).

- Y4: Riesgo laboral: movimiento de tronco, posición de brazos, cuello, pierna, antebrazos, muñeca.

Índices cuantitativos: Escala de 1 a 4 (1: Erguido, 2: Extensión 0 a 20°, 3: Extensión > 20°, 4: Flexión > 60°).

- Y5: Medidas de control: eliminación del peligro, sustitución del peligro, ingeniería o rediseño, administración y EPP.

Índices cuantitativos: Escala de LÍkert (1: Muy altamente efectivo, 2: Altamente efectivo, 3: Medianamente efectivo, 4: Poco efectivo y 5: Muy poco efectivo).

En el **anexo 1** se presenta la matriz de consistencia.

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

En este trabajo de investigación se utilizó las siguientes tres (03) técnicas:

- Observación de las fotos de la operación del equipo minero: pala hidráulica, perforadora y camión minero.
- Encuestas virtuales a los operadores de los equipos mineros.
- Medición y simulación de los riesgos disergonómicos.

Los instrumentos utilizados fueron:

- Celular Smartphone.
- Cuestionarios en base al *Manual práctico para la evaluación del riesgo ergonómico*, ERGO INVASSAT (2013), y en cumplimiento de la Norma Básica de Ergonomía, R.M N° 375-2008-TR.
- Tablas estándares del método REBA.

En los **anexos 2.1, 2.2, 2.3 y 3** se presentan los instrumentos de medición.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para la evaluación de los datos e información levantada en campo, se usó el MS EXCEL, el software MINITAB versión 16 y el Simulador REBA, aplicando los siguientes métodos y herramientas estadísticas:

- Método de Pareto.
- Método REBA.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Estudio ergonómico de los operadores de equipos mineros críticos

A continuación, se detallan los instrumentos utilizados para el estudio ergonómico en la mina de Toquepala, que comprenden tres (03) cuestionarios para medir los riesgos musculoesqueléticos de los operadores de palas hidráulicas, riesgo acústico de los conductores de las perforadoras y, estrés térmico de los operadores de los camiones mineros.

Estos cuestionarios han sido elaborados con base en ERGO INVASSAT (2013) y en cumplimiento de la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico, R.M N° 375-2008-TR.

El primer cuestionario se utilizó, para medir el riesgo músculo-esquelético, que comprendió siete factores, desde el cuello hasta los pies.

El segundo cuestionario se empleó para medir el riesgo acústico, que comprendió cinco ejes, desde el nivel de molestias de ruido en el puesto de trabajo hasta el nivel de interferencia en la comunicación verbal.

El tercer cuestionario se utilizó para medir el riesgo de estrés térmico, que abarcó cinco ejes, desde el nivel térmico normal hasta el nivel de ambiente térmico soportable.

La metodología para la evaluación de riesgos disergonómicos (MINTRA, 2008), en el trabajo de campo se observó las siguientes pautas:

- Ubicar el área de trabajo (mina de Toquepala).
- Establecer los puestos de trabajo (operadores de equipo minero).
- Determinar las tareas más representativas del puesto de trabajo y susceptibles de encontrarlas en el trabajo cotidiano.
- Identificar y evaluar los riesgos disergonómicos.
- Proponer alternativas de solución (acciones correctivas).
- Implementar y realizar seguimiento de la alternativa de solución elegida.

En los **anexos 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.2 y 4.3** se acompañan estos resultados

a) Factor de riesgo músculo-esquelético de los operadores de las palas hidráulicas, perforadoras y camiones mineros

Se han evaluado a los nueve (9) operadores de las palas hidráulicas marca Terex de 100 t, que realizan el carguío de mineral y/o desmante hacia los camiones mineros.

Tabla 5

Muestras para medir el factor de riesgo músculo-esquelético palas hidráulica

ITEM	INDICADOR	MUESTRAS									Frecuencia (Sí)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	Cuello										0
B	Hombros y brazos										0
C	Antebrazos-muñecas-manos		1	1			1	1			4
D	Zona dorsal-lumbar de espalda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
E	Caderas-nalgas-muslos	1	1	1	1	1	1		1	1	8
F	Rodillas				1			1		1	3
G	Piernas-pies	1	1			1	1		1	1	6

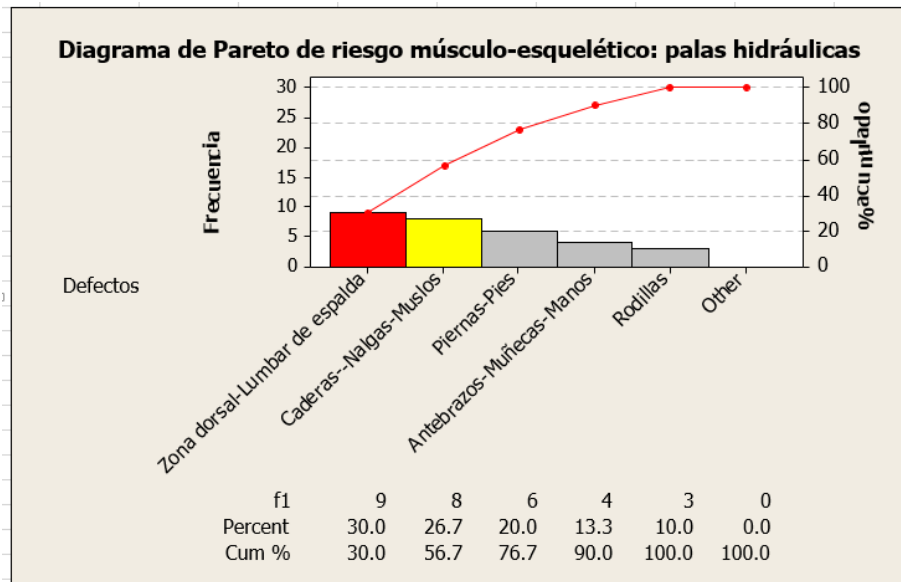


Figura 18. Reporte de Minitab – Peligro músculo-esquelético en palas
Fuente: Elaboración propia. 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, sí se percibe peligro músculo-esquelético en los operadores de las palas hidráulicas, por las molestias en la zona dorsal-lumbar de la espalda, mucho más que en las caderas, nalgas y muslos.

Asimismo, se han evaluado a nueve (9) operadores de las perforadoras marca Sandvik Titon 500 con brocas de 11 plg, que realizan perforaciones de 20 taladros de 15 m por guardia.

Tabla 6

Muestras para medir el factor de riesgo músculo-esquelético perforadoras

ITEM	INDICADOR	MUESTRAS									Frecuencia (Sí)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	Cuello			1			1	1		1	4
B	Hombros y brazos	1	1	1	1	1	1		1	1	8
C	Antebrazos, muñecas, manos	1	1	1	1	1		1	1		7
D	Zona dorsal-lumbar de espalda	1								1	2
E	Caderas, nalgas, muslos										0
F	Rodillas	1	1		1		1	1	1		6
G	Piernas, pies										0

Fuente: Elaboración propia. 2017

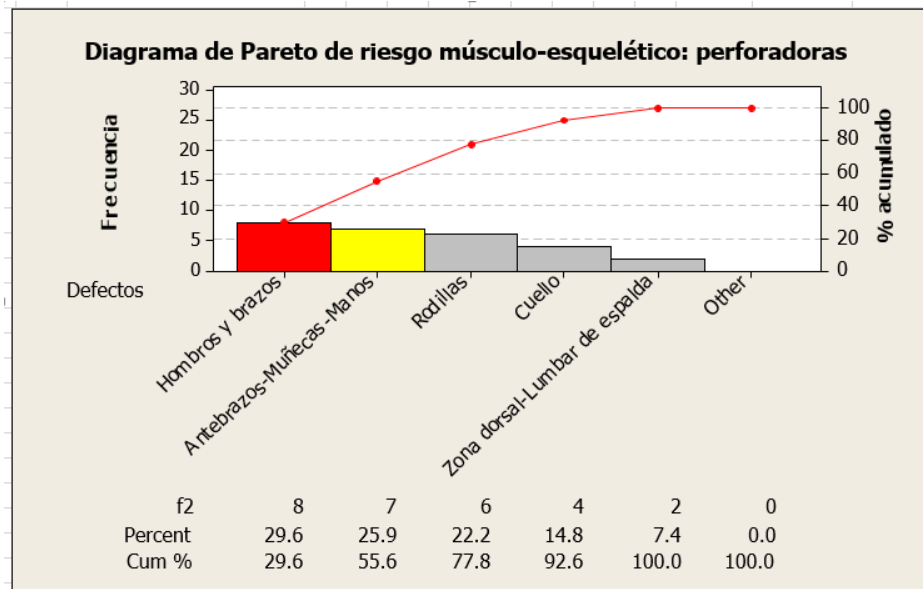


Figura 19. Reporte de Minitab – Peligro músculo-esquelético perforadoras
Fuente: Elaboración propia. 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, sí se percibe peligro músculo-esquelético en los operadores de las perforadoras, por las molestias en los hombros y brazos, así como en los antebrazos, muñecas y manos.

También se han evaluado a 23 operadores de los camiones mineros marca Caterpillar de 400 t, que reciben el mineral cuprífero de las palas hidráulicas y la transportan hacia la planta concentradora.

Tabla 7

Muestras para medir el factor de riesgo músculo-esquelético: camiones

CONSOLIDADO DE MUESTRAS - FACTOR DE RIESGO MÚSCULO-ESQUELÉTICO		MUESTRAS																							Frecuencia (Sí)	
ITEM	INDICADOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
A	Cuello		1															1								2
B	Hombros y brazos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1		21
C	Antebrazos, muñecas, manos				1	1		1		1				1	1	1			1		1		1			10
D	Zona dorsal-lumbar de espalda	1	1	1	1		1		1	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	1	1		18
E	Caderas, nalgas, muslos	1					1		1		1	1	1		1		1		1			1		1		11
F	Rodillas				1		1	1	1		1						1		1		1		1			8
G	Piernas, pies																									0

Fuente: Elaboración propia. 2017

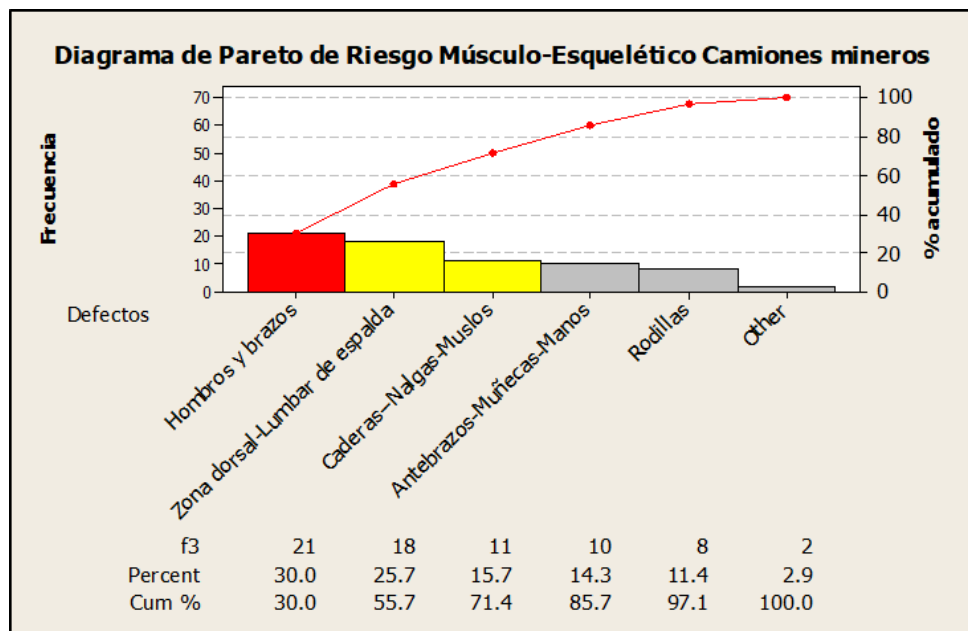


Figura 20. Reporte de Minitab – Peligro músculo-esquelético en camiones mineros
Fuente: Elaboración propia, 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, sí se percibe peligro músculo-esquelético en los operadores de los camiones mineros, por las molestias en los hombros y brazos, zona dorsal y lumbar de la espalda, así como en las caderas, nalgas y muslos.

b) Factor de riesgo acústico de los operadores de las perforadoras

Se han evaluado a los nueve (9) operadores de las perforadoras marca Titon 500, que realiza 20 taladros de 15 m por guardia.

Tabla 8

Consolidado de muestras – Factor de riesgo acústico: perforadoras

ITEM	INDICADOR	ESCALA O VALORACIÓN	MUESTRAS									Frecuencia
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	Nivel de molestias de ruido en el puesto	Mucho		1				1				2
		Bastante	1		1	1		1	1	1		6
		Regular									1	1
		Poco										0
		Nada										0
B	Fuente de ruido que molesta al trabajador	Ruido exterior										0
		Ruido procedente de personas										0
		Ruido de las instalaciones				1			1			2
C	Nivel de ruido de distracción de tareas	Ruido de equipos de trabajo	1	1	1		1	1		1	1	7
		Mucho		1		1						2
		Bastante	1		1		1		1		1	5
		Regular						1		1		2
		Poco										0
D	Nivel de ruido que dificulta concentración	Nada										0
		Mucho										0
		Bastante	1		1		1		1		1	5
		Regular		1		1		1		1		4
		Poco										0
E	Nivel de interferencia comunicación verbal	Nada										0
		Mucho										0
		Bastante	1	1	1		1	1	1		1	7
		Regular				1				1		2

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tabla 9

Muestras para medir nivel de molestias de ruido (A)

Nivel de molestias de	Frecuencia
■ Mucho	2
■ Bastante	6
■ Regular	1
■ Poco	0
■ Nada	0

Fuente: Elaboración propia, 2017

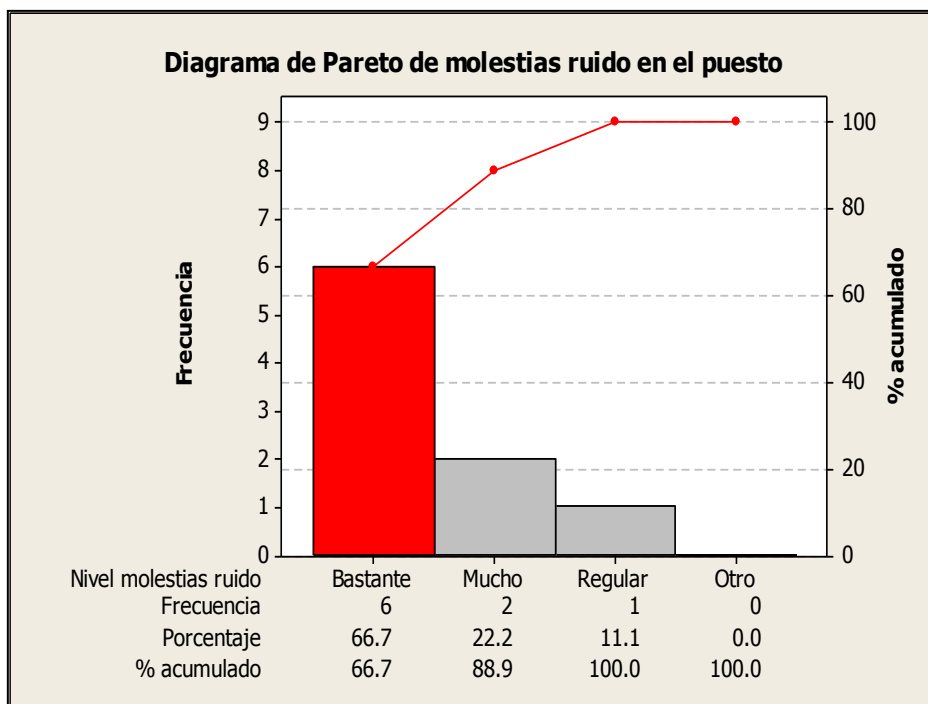


Figura 21. Reporte de Minitab – Molestias de ruido en el puesto de perforadoras
Fuente: Elaboración propia, 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, el 66,7 % de los operadores tiene un nivel bastante de molestias en sus puestos de trabajo.

Tabla 10

Muestras para medir fuente de ruido que molesta (B)

Fuente de ruido que molesta al trabajador	Frecuencia
■ Ruido exterior	0
■ Ruido procedente de personas	0
■ Ruido de las instalaciones	2
■ Ruido de equipos de trabajo.	7

Fuente: Elaboración propia, 2017

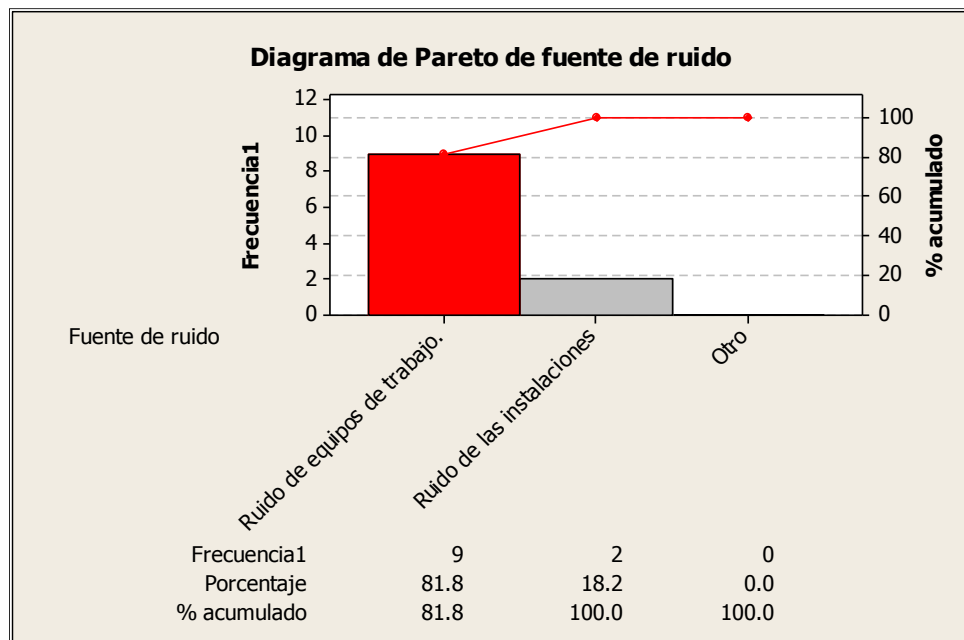


Figura 22. Reporte de Minitab – Fuente de ruido
 Fuente: Elaboración propia, 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, el 81,8 % indica que la fuente de ruido que molesta a los operadores es de los equipos de trabajo.

Tabla 11

Muestras para medir nivel de ruido de distracción (C)

Nivel de ruido de distracción de tareas	Frecuencia
■ Mucho	2
■ Bastante	5
■ Regular	2
■ Poco	0
■ Nada	0

Fuente: Elaboración propia, 2017

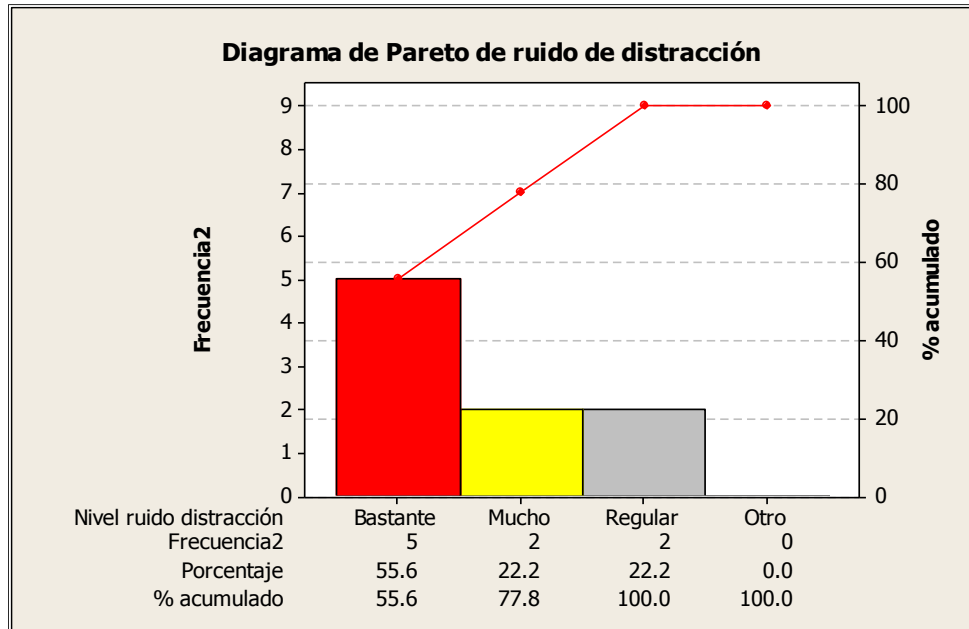


Figura 23. Reporte de Minitab – Ruido de distracción
Fuente: Elaboración propia, 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, el 77,8 % de los operadores indica que el nivel de ruido de distracción de las tareas es bastante.

Tabla 12

Muestras para medir nivel de ruido que dificulta concentración (D)

Nivel de ruido que difuculta concentración	Frecuencia
■ Mucho	0
■ Bastante	5
■ Regular	4
■ Poco	0
■ Nada	0

Fuente: Elaboración propia, 2017

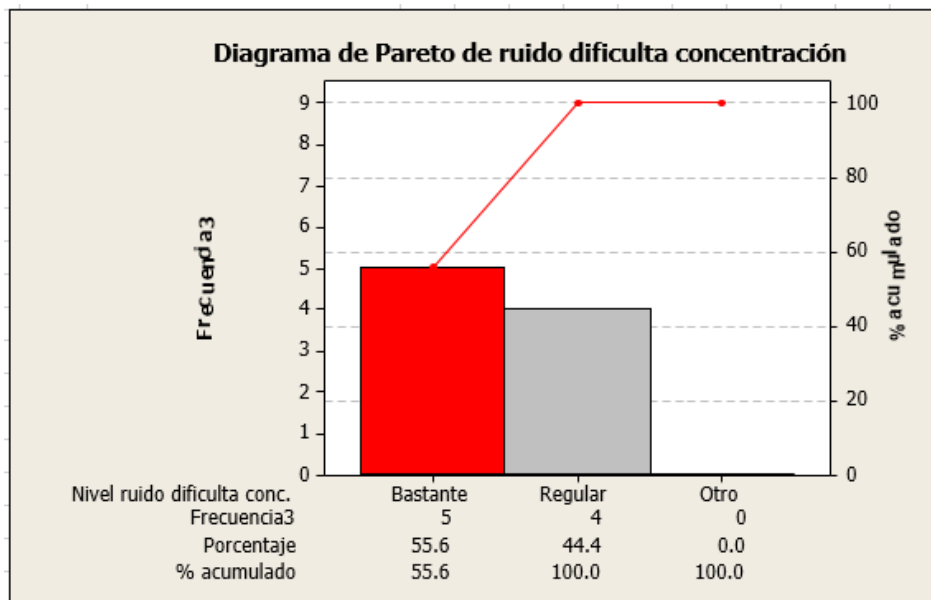


Figura 24. Reporte de Minitab – Ruido que dificulta concentración
Fuente: Elaboración propia, 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, el 55,6 % de los operadores manifiesta que el nivel de ruido que dificulta la concentración es bastante.

Tabla 13

Muestras para medir nivel interferencia comunicación verbal (E)

Nivel de interferencia comunicación verbal	Frecuencia
■ Mucho	0
■ Bastante	7
■ Regular	2
■ Poco	0
■ Nada	0

Fuente: Elaboración propia, 2017

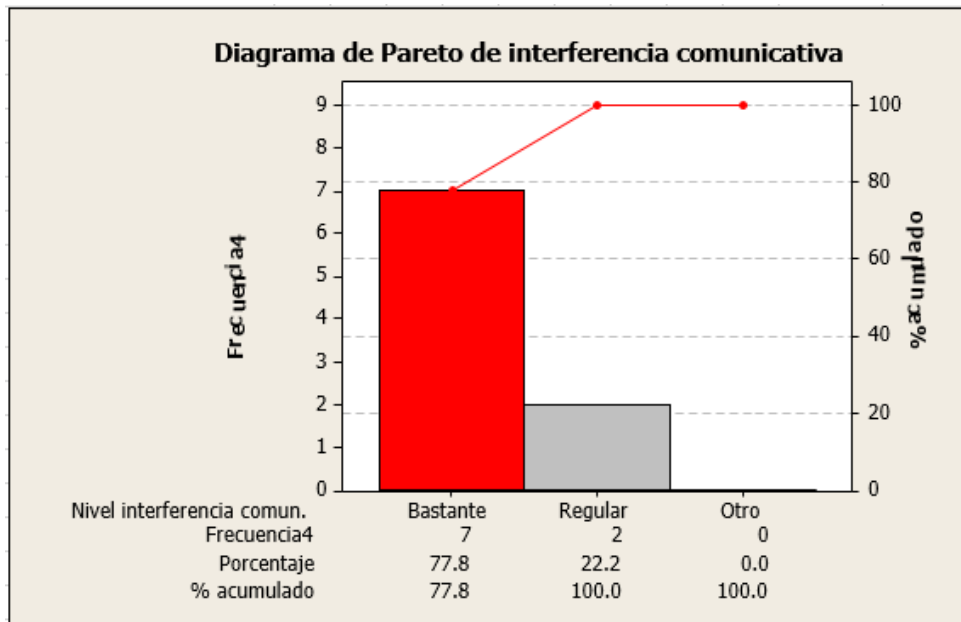


Figura 25. Reporte de Minitab – Interferencia de comunicación verbal
Fuente: Elaboración propia, 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, el 77,8 % de los operadores indican que el nivel de interferencia en la comunicación verbal es bastante.

c) Factor de riesgo de estrés térmico de los operadores de los camiones mineros

Se han evaluado a veintitrés (23) operadores de los camiones mineros (ver la Tabla 14), marca Caterpillar 777, de 400 t y que sirven para transportar mineral hacia la planta concentradora de Toquepala.

Tabla 14

Consolidado de muestras – Factor de riesgo de estrés térmico en los camiones mineros Fuente: Elaboración propia 2017

CONSOLIDADO DE MUESTRAS - FACTOR DE RIESGO ESTRÉS TÉRMICO																										
ITEM	INDICADOR	ESCALA O VALORACIÓN	MUESTRAS																							Frecuencia
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
A	Nivel térmico actual	Frío excesivo.																							0	
		Mucho frío.																								0
		Frío.																								0
		Algo de frío.																								0
		Ni frío ni calor.																								0
		Algo de calor.																								1
		Calor.																								14
B	Nivel de comodidad	Mucho calor.																							6	
		Calor excesivo.																							2	
		Cómodo.																							0	
		Algo incómodo.																							16	
		Incómodo.																							7	
		Muy incómodo.																								0
		Extremadamente incómodo.																							0	
C	Nivel térmico potencial	Mucho más frío.																							0	
		Más frío.																							7	
		Un poco más de frío.																							13	
		Ni más frío ni más calor.																							3	
		Un poco más de calor.																							0	
		Más calor.																							0	
		Mucho más calor.																							0	
D	Aceptación del ambiente térmico	Si																						18		
		No																						5		
E	Nivel de ambiente térmico a soportar	Perfectamente soportable.																						11		
		Un poco difícil de soportar.																						8		
		Bastante difícil de soportar.																						4		
		Muy difícil de soportar.																						0		
		Insoportable.																							0	

Tabla 15

Muestras para medir nivel térmico actual (A)

Nivel térmico actual	Frecuencia
■ Frío excesivo.	0
■ Mucho frío.	0
■ Frío.	0
■ Algo de frío.	0
■ Ni frío ni calor.	0
■ Algo de calor.	1
■ Calor.	14
■ Mucho calor.	6
■ Calor excesivo.	2

Fuente: Elaboración propia, 2017

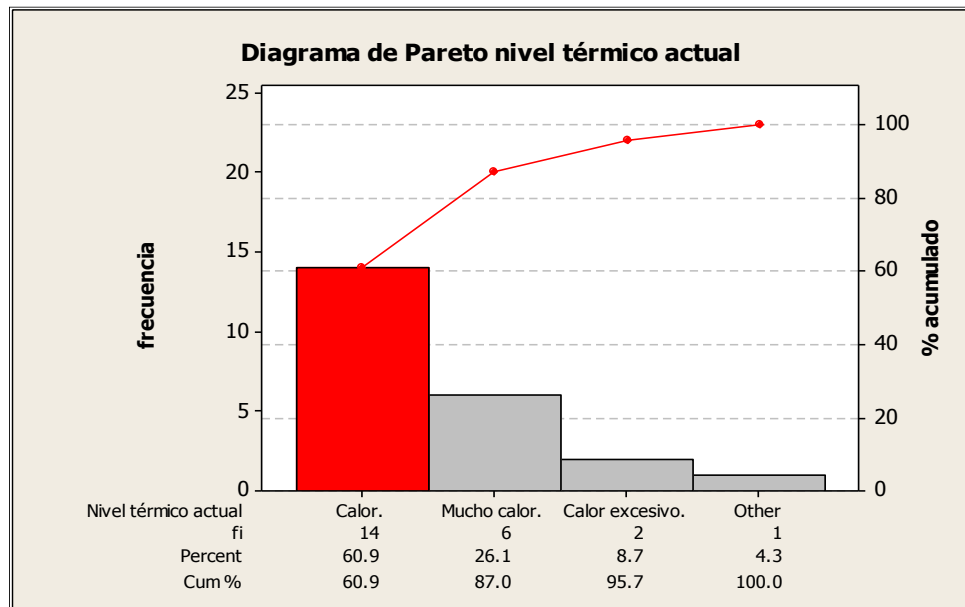


Figura 26. Reporte de Minitab – Nivel térmico actual
Fuente: Elaboración propia, 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, el 60,9 % de los operadores tiene un nivel térmico actual de calor moderado.

Tabla 16

Muestras para medir nivel de comodidad (B)

Nivel de comodidad	Frecuencia
■ Cómodo.	0
■ Algo incómodo.	16
■ Incómodo.	7
■ Muy incómodo.	0
■ Extremadamente incómodo.	0

Fuente: Elaboración propia, 2017

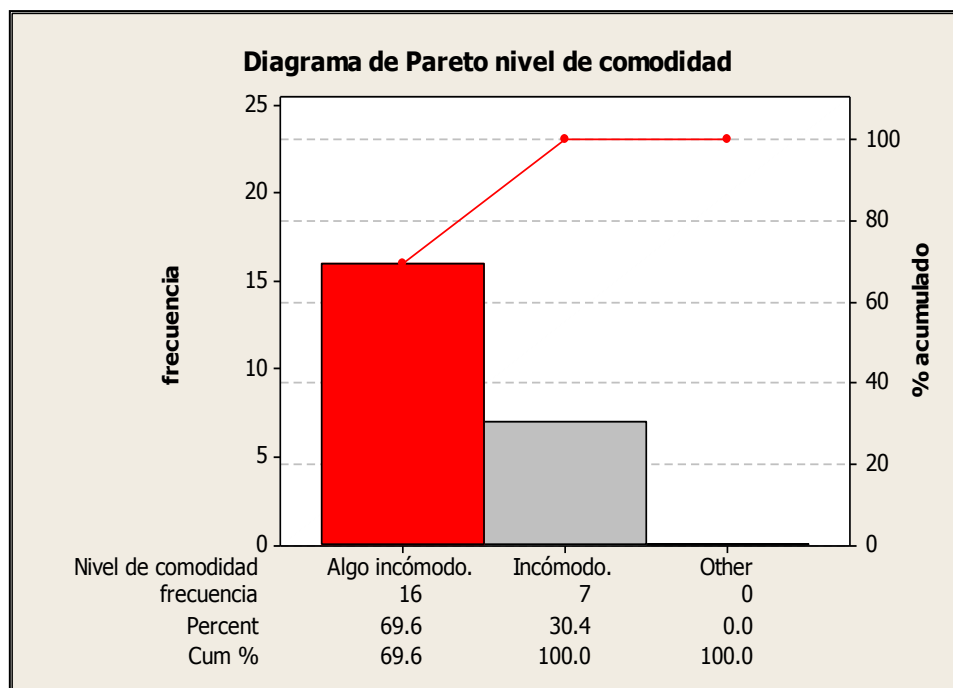


Figura 27. Reporte de Minitab – Nivel de comodidad

Fuente: Elaboración propia, 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, el 69,6 % de los operadores tienen un nivel de algo incómodo.

Tabla 17

Muestras para medir nivel térmico potencial (C)

Nivel térmico potencial	Frecuencia
■ Mucho más frío.	0
■ Más frío.	7
■ Un poco más de frío.	13
■ Ni más frío ni más calor.	3
■ Un poco más de calor.	0
■ Más calor.	0
■ Mucho más calor.	0

Fuente: Elaboración propia, 2017

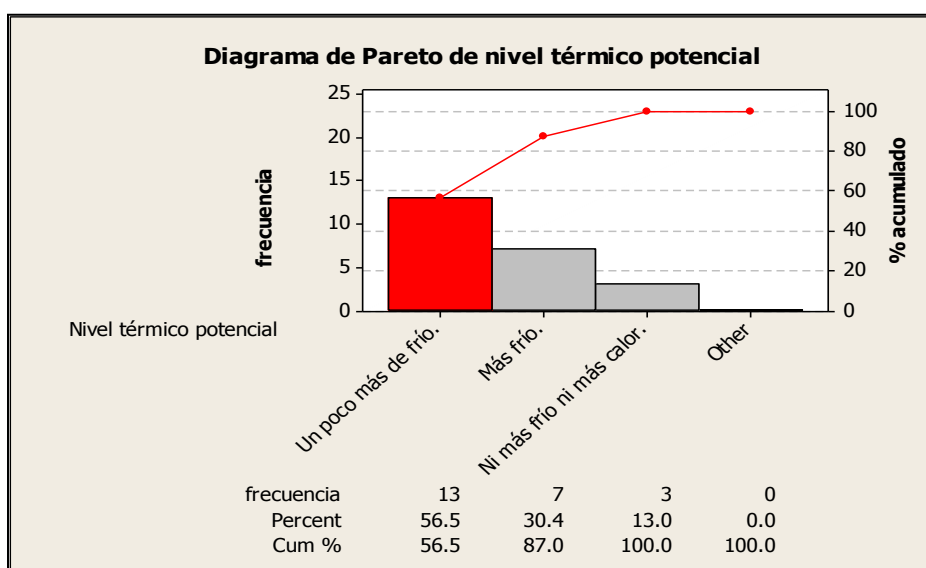


Figura 28. Reporte de Minitab – Nivel térmico potencial

Fuente: Elaboración propia, 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, el 56,5 % de los operadores desean un nivel térmico potencial de un poco más de frío.

Tabla 18

Muestras para medir aceptación del ambiente térmico (D)

Aceptación del ambiente térmico	Frecuencia
■ Si	18
■ No	5

Fuente: Elaboración propia, 2017

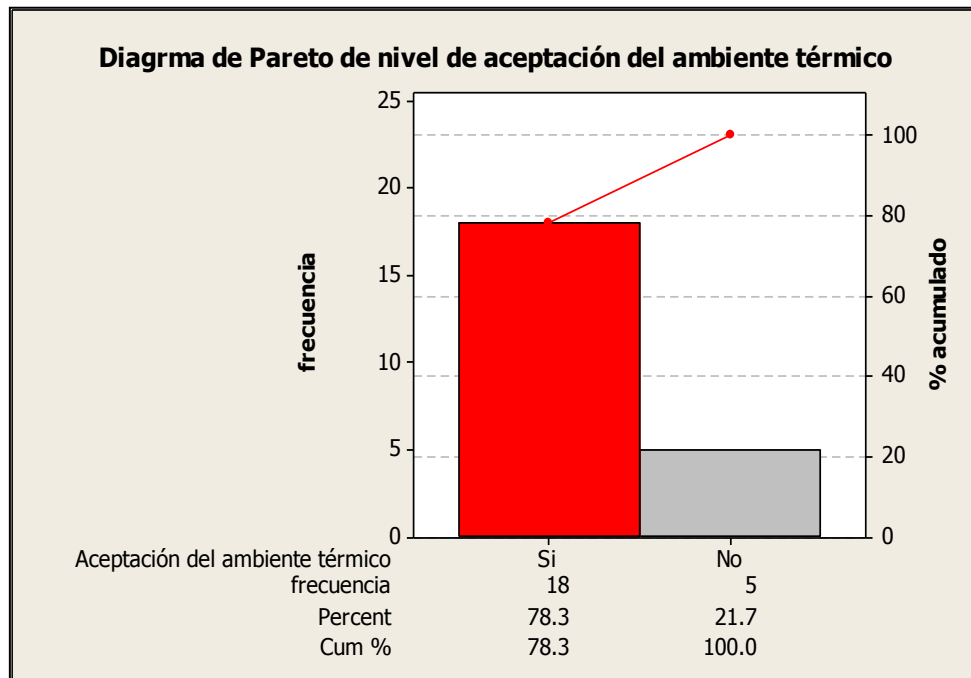


Figura 29. Reporte de Minitab – Aceptación al ambiente térmico

Fuente: Elaboración propia, 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la regla de Pareto, el 78,3 % de los operadores sí aceptan el ambiente térmico.

Tabla 19

Muestras para medir nivel de ambiente térmico a soportar (E)

Nivel de ambiente térmico a soportar	Frecuencia
■ Perfectamente soportable.	11
■ Un poco difícil de soportar.	8
■ Bastante difícil de soportar.	4
■ Muy difícil de soportar.	0
■ Insoportable.	0

Fuente: Elaboración propia, 2017

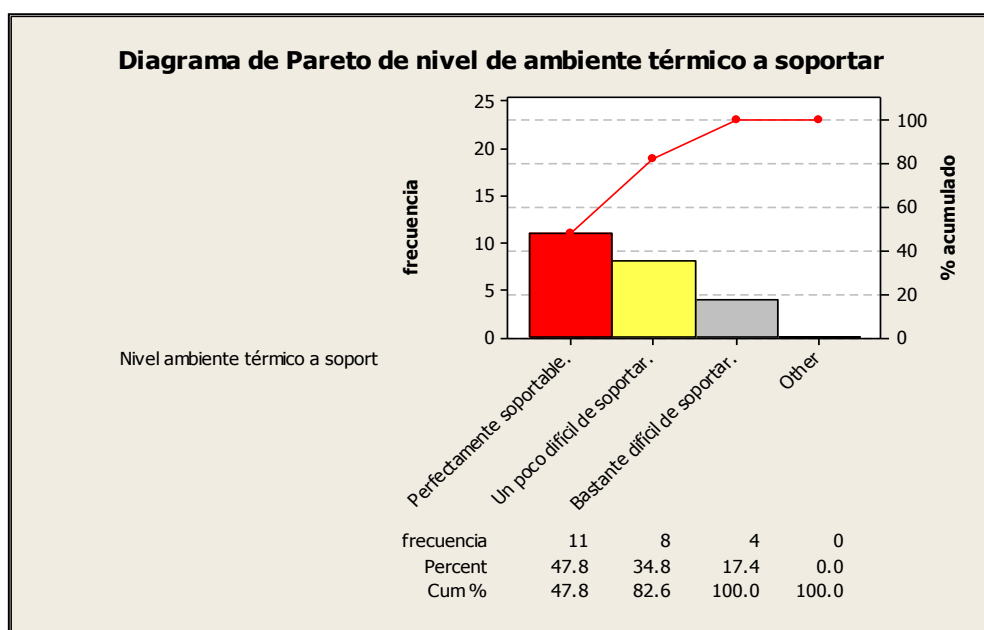


Figura 30. Reporte de Minitab – Ambiente térmico a soportar
Fuente: Elaboración propia, 2017

INTERPRETACIÓN: Aplicando la Regla de Pareto, solo el 47,8 % de los operadores tienen un nivel perfectamente soportable.

4.1.2. Resultado de entrevista ocupacional de riesgos disergonómicos de los operadores de equipo minero - Método REBA

En la realización de la evaluación de los riesgos disergonómicos en la mina de Toquepala, se utilizó la metodología que tiene relación con la ergonomía para poder entregar un resultado objetivo del puesto evaluado, como también algunas características ergonómicas que logran enfocar resultados óptimos de mejora en el puesto observado.

En el desarrollo de la evaluación de riesgos disergonómicos, se realizó una descripción de la observación de las fotos, la que comprendió lo siguiente:

- a) Se describen los movimientos de riesgos observados y las zonas afectadas.
- b) Se describen los riesgos existentes por puesto evaluado.
- c) Se define la metodología aplicada y el nivel de riesgo que esta arroja del puesto correspondiente.

Posteriormente a lo ya descrito, la metodología utilizada determina la puntuación final, el nivel de acción, nivel de riesgo y la actuación en los puestos de trabajo.

Según la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico, R. M N° 375-2008, se podrán utilizar diferentes métodos, pero depende de las circunstancias específicas que presenta la actividad a evaluar, debido a que cada una presenta necesidades y condiciones diferentes. Las aplicaciones de estos métodos, tal como el "Rapid Entire Body Assessment - Hignett S, McAtamney" (REBA), serán realizados de preferencia por personas capacitadas en el manejo de herramientas ergonómicas.

a) Resultados de entrevista ocupacional a operador de pala hidráulica

A continuación, se presenta la vista del operador de la pala hidráulica.



Vista frontal

Figura 31. Imagen tomada a operador de pala hidráulica (A)
Fuente: Elaboración propia, 2017



Vista lateral

Figura 32. Imagen tomada a operador de pala hidráulica (B)
Fuente: Elaboración propia, 2017

De la aplicación del método REBA (**anexo 5**), se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 20

Resumen de la evaluación REBA – Operador de pala hidráulica

Puntuación final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
8	3	Alto	Necesario pronto

Fuente: Elaboración propia en base a Manual Handling Assessment Charts – Metodología REBA (Rapid Entire Body Assessment - Hignett S, McAtamney), 2000

b) Resultados de entrevista ocupacional de operador de perforadora

A continuación, se presenta la vista del operador de la perforadora.



Figura 33. Imagen tomada a operador de perforadora (A)
Fuente: Elaboración propia, 2017



Figura 34. Imagen tomada a operador de perforadora (B)
Fuente: Elaboración propia, 2017

De la aplicación del método REBA (**anexo 6**), se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 21

Resumen de la evaluación REBA – Operador de perforadora

Puntuación final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
9	3	Alto	Necesario pronto

Fuente: Elaboración propia en base a Manual Handling Assessment Charts – Metodología REBA (Rapid Entire Body Assessment - Hignett S, McAtamney), 2000

c) Resultados de entrevista ocupacional a operador de camión minero

A continuación, se presentan las vistas del operador del camión minero.



Figura 35. Imagen tomada a operador de camión minero (A)
Fuente: Elaboración propia, 2017



Figura 36. Imagen tomada a operador de camión minero (B)
Fuente: Elaboración propia, 2017

De la aplicación del método REBA (**anexo 7**), se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 22

Resumen de la evaluación REBA – Operador de camión minero

Puntuación final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
10	3	Alto	Necesario pronto

Fuente: Elaboración propia en base a Manual Handling Assessment Charts – Metodología REBA (Rapid Entire Body Assessment - Hignett S, McAtamney), 2000

4.2. Discusión

4.2.1 Evaluación de los factores de riesgos disergonómicos

Ya que la calidad del espacio de los puestos influye en el bienestar y esto sobre la eficacia del trabajo de conducción de equipos mineros, se ha aplicado el análisis y diseño ergonómico de estos puestos de trabajo sobre el peligro músculo-esquelético, peligro de ruido y de temperatura o estrés térmico.

a) Evaluación de peligro músculo-esquelético

En el análisis de Pareto se ha encontrado que sí se percibe peligro músculo-esquelético en varios de los operadores de las palas hidráulicas, perforadoras y camiones mineros por las molestias en las siguientes partes del cuerpo: zona dorsal-lumbar de la espalda, hombros, brazos, antebrazos, muñecas, manos, caderas, nalgas y muslos.

b) Evaluación de peligro acústico

En el análisis de Pareto se ha obtenido que el nivel de peligro acústico en los operadores de las 18 perforadoras, es bastante, sesgado a mucho, y el ruido se debe a los mismos accesorios de los equipos pesados.

c) Evaluación de peligro de estrés térmico

En el análisis de Pareto, el nivel de peligro de estrés térmico en algunos de los 80 operadores de los camiones mineros, es de calor moderado, sintiéndose algo incómodo, prefiriendo un poco más de frío, aceptando y soportando el ambiente térmico.

4.2.2 Resultado de entrevista ocupacional de los operadores de equipo minero

Una conducción saludable de los equipos mineros responde a causas sistémicas y no a factores aislados. Dificultades por el trabajo en turnos rotativos, elevados niveles de exigencia, llevan a mantener un estado de alerta crónica. Es lo que se conoce como “estrés psicofísico”. Si no se interrumpe a tiempo, dicho estado puede constituir una puerta de entrada a las enfermedades cardiovasculares, digestivas e inmunológicas.

Además, el excesivo tiempo de los operadores en postura sedente pueden favorecer, entre otras cosas a la hipertonia de los flexores de cadera (responsable de la alteración de la lordosis lumbar fisiológica), hipotonía de la musculatura abdominal, disminución del tropismo (nutrición) de los músculos isquiotibiales, los cuales son importantes en el control pélvico y forman cadena con los extensores del raquis.

Por lo tanto, los sistemas de rotación de turnos que habitualmente se implementan en la mina de Toquepala, alteran el reloj biológico del operador, y no respetan los ritmos naturales del organismo, determinando horarios irregulares para la alimentación, hábitos alimentarios inadecuados, propicios para el desarrollo de patologías gastrointestinales.

a) Resultados de entrevista de operador de pala hidráulica

En el set de fotos se observa al operador realizando movimientos de flexión moderada de hombros con una alta aducción de los mismos. Se visualiza también movimiento de flexo extensión de codo con flexo extensión y pronosupinación de muñecas, con prensión palmar al hacer uso de los comandos.

b) Resultados de entrevista de operador de perforadora

En el set de fotos se observa al operador realizando movimientos de flexión leve de hombros con una ligera aducción de los mismos. También, hay movimientos de flexo extensión de codo con flexo extensión y pronosupinación de muñecas con prensión palmar al manipular los comandos.

c) Resultados de entrevista de operador de camión minero

En este set de fotos se observa al conductor realizando movimientos de flexo extensión de codos con flexo extensión y pronosupinación de muñecas con flexo extensión digital al tomar el volante y manillas del camión. Se visualiza una alta inclinación anterior de tronco con anteposición de cabeza y cuello al sentarse para conducir el camión, así como riesgos posturales, ya que se produce un sobreesfuerzo en las extremidades superiores al no apoyar ambas manos sobre el volante.

Es oportuno considerar también otras variables contextuales que promueven el estrés térmico. Pueden mencionarse: ruidos, elevadas temperaturas en puestos de conducción con motor frontal, inhalación de gases tóxicos, desvíos imprevistos en los itinerarios, averías de los vehículos, etc.

4.2.3 Medidas de control para la prevención de los riesgos disergonómicos

- Debido al poco espacio en el interior de la cabina de la pala hidráulica, se recomienda realizar un mantenimiento permanente al asiento, sistemas de suspensión y respaldo, para contribuir con la estabilidad del cuerpo del operador y evitar la fatiga muscular.
- Al comenzar la jornada, en cada detención y al finalizar el trayecto, el conductor de la perforadora deberá realizar pausas laborales, que incluyan ejercicios de recuperación para prevenir las exigencias biomecánicas y fatiga, estiramiento o elongación pasiva de cada parte del cuerpo posible.
- Evitar el estrés térmico o psicofísico de los operadores de los camiones mineros, debido a los ruidos, elevadas temperaturas en puestos de conducción con motor frontal, inhalación de polvos y gases tóxicos, desvíos imprevistos en los itinerarios, averías, etc.
- En relación a la posición que adopta el cuerpo en el equipo minero, se debe verificar la comodidad del asiento respecto a las distancias del torso al volante y de los pies a la pedalera, mantener la espalda erguida y apoyar la columna sobre el respaldo; pero también controlar que los brazos no queden totalmente extendidos. La posición correcta de un operador de equipo minero implica tener la cabeza alta, el mentón recogido, los hombros

ligeramente hacia atrás, el pecho y las caderas hacia delante, los muslos abiertos y las puntas de los pies dirigidas ligeramente hacia el exterior.

- Mejorar los sistemas de rotación de turnos, ya que elevados niveles de exigencia llevan a mantener un estado de alerta crónica, llamado “estrés psicofísico”, que significa alteración del reloj biológico del conductor. Si no se interrumpe a tiempo, dicho estado puede constituir una puerta de entrada a enfermedades o patologías cardiovasculares, gastrointestinales e inmunológicas.
- Implementar un programa de pausas activas, con ejercicios de relajamiento osteomuscular para cuello, columna y extremidades con base en el siguiente esquema: antes de realizar su actividad laboral habitual. Esta acción debe ser realizada antes del almuerzo, cuando se haya detenido el equipo y/o al final de la jornada.

CONCLUSIONES

Se ha realizado la evaluación ergonómica, con normativa vigente, a los operadores de equipos mineros para la prevención de los riesgos disergonómicos.

Los factores de riesgos o peligros disergonómicos más significativos en los operadores son las molestias músculo esqueléticas en las siguientes partes del cuerpo: zona dorsal-lumbar de la espalda, hombros y miembros superiores e inferiores, incluyendo las caderas y muslos. En los operadores de las perforadoras son los ruidos en niveles bastante a mucho. Respecto a los operadores de camiones mineros es el estrés térmico por el calor moderado, sintiéndose incómodos, deseando un ambiente un poco más frío.

Los niveles de riesgos disergonómicos obtenidos En el puesto de trabajo del operador de pala hidráulica TEREX RH 400, existe postura forzada sostenida en la operación con un nivel de riesgo alto, donde es necesario realizar acciones correctivas a corto plazo. En el puesto de operador de perforadora TITON 500, existe también postura forzada sostenida en la operación con un nivel de riesgo medio, donde es necesario realizar

acciones correctivas a mediano o largo plazo. Y en el puesto de trabajo del conductor de camión minero 777, existe postura forzada sostenida en la conducción con un nivel de riesgo alto, donde es necesario realizar acciones correctivas a corto plazo.

Se han determinado las siguientes medidas de control para la prevención de los riesgos disergonómicos de los operadores de equipos: Realizar un mantenimiento permanente al asiento, sistemas de suspensión y respaldo de la pala hidráulica. Implementar un programa de pausas activas, antes, durante y después, con ejercicios de estiramiento, relajamiento osteomuscular para cuello, columna y extremidades. Verificar, a través de un check list, la comodidad del asiento de los equipos mineros; respecto a las distancias del torso al volante y de los pies a la pedalera, mantener la espalda erguida y apoyar la columna sobre el respaldo, pero también controlar que los brazos no queden totalmente extendidos. Mejorar los sistemas de rotación de turnos, ya que elevados niveles de exigencia llevan a mantener un estado de alerta crónica, si no se interrumpe a tiempo, dicho estado puede constituir una puerta de entrada a enfermedades o patologías cardiovasculares, gastrointestinales e inmunológicas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda considerar la evaluación de las vibraciones mecánicas, ya que también son factores de enfermedades patológicas en el organismo de los operadores de equipos mineros. Éstas generan micropolitraumatismos repetitivos afectando el menor retorno venoso tanto a nivel abdominal como de miembros inferiores.

Se recomienda procesar estadísticamente los exámenes médicos ocupacionales, con el fin de identificar a los operadores que han adquirido las enfermedades ocupacionales, y así poder tomar las acciones correctivas.

Se recomienda las acciones correctivas en el corto plazo a los operadores de las palas hidráulicas y de los camiones mineros con el fin de evitar a tiempo las malas posturas en sus puestos de conducción. La posición correcta de un operador de equipo minero implica tener la cabeza alta, el mentón recogido, los hombros ligeramente hacia atrás, el pecho y las caderas hacia delante, los muslos abiertos y las puntas de los pies dirigidas ligeramente hacia el exterior.

Implementar las acciones correctivas y preventivas dadas en las medidas de control, debido al excesivo tiempo de los operadores en postura sedente, que generan la hipertonía de los flexores de cadera (responsable de la alteración de la lordosis lumbar fisiológica), hipotonía de la musculatura abdominal, disminución del tropismo (nutrición) de los músculos isquiotibiales, los cuales son importantes en el control pélvico y forman cadena con los extensores del raquis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo Salazar (2015). *Plan de seguridad para el taller de mantenimiento de maquinaria pesada de la región Lambayeque*. p.100. Trujillo, Perú.
- Aref, A. y Fernández, W. (2007) *Ergonomía*. Buenos Aires, Argentina.
- Calderón, D. (15 de abril de 2017). *Equipos Mineros en Toquepala*. (E. Calderón, Entrevistador).
- Capuz Balladares, E. M., (2012). *Estudio ergonómico de los puestos de trabajo en máquinas pesadas y extra pesadas en el área minera de constructoras para disminuir los problemas músculo-esqueléticos y mejorar el ambiente laboral de los trabajadores*. p.209. Tungurahua, Ecuador.
- Carrasco, C. y Vega, P. (2011) Cuaderno de trabajo N°40. *Una aproximación a las condiciones de trabajo en la gran minería de altura*. Dirección del trabajo de Chile.
- Creus Solé, A (2013) *Técnicas para la prevención de riesgos laborales*.

Barcelona, España. Egedsa.

Erasmus, Z. T., Edgar, B. J., & Walter V. R. (2009) *Cuestionario de medición de clima organizacional y cuestionario de medición de desempeño laboral*. Tacna Universidad Privada de Tacna.

Ergo, INVASSAT. (2013). *Manual práctico para la evaluación del riesgo ergonómico*. Valencia, España.

Espinoza, E. (2013). *Metodología de la investigación científica*. Tacna:

UNJBG <http://www.madrid.org> (25 de febrero de 2017).

Fuentes Garrido, J. R., (2010) *Investigación y aplicación de técnicas de control de ruido al interior de cabinas de la flota de camiones de compañía minera Cerro Colorado*. p.107. Valdivia, Chile.

Gutiérrez P. Humberto y de la Vara Salazar Román, (2009). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*. Santa Fe, México: McGraw-Hill.

Madrid, C. D. (2003). *Ergonomía*. Madrid, España.

MINAM (2016) *Reglamento de SSO 024-2016-EM*. Lima, Perú.

MINAM (28 de julio de 2016). *DS 024-2016-EM. El Peruano* p.12.

Lima, Perú.

MINTRA (2008) *Norma Básica de ergonomía y de procedimientos de evaluación de riesgo disergonómico. RM N°375-2008-TR.* Perú.

MTPE (2016) *Ley general de salud. Capítulo VII. Higiene y seguridad en los ambientes de trabajo.* Lima, Perú.

NTP322. (2000). *Valorización del riesgo de estrés térmico. Índice WBG. T.* Barcelona, España. INSHT. NIPO: 211-94-008-1.

NTP601. (2000). *Evaluación de las condiciones de trabajo: Carga postural de Método de REBA.* Barcelona, España. INSHT. NIPO: 211-03-001-0.

Rubio, C. (2001). *Evaluación de riesgos.* Barcelona, España.

Rubio Romero, J. C., (2001). *La gestión de riesgos comprende la identificación de peligros, así como la estimación, evaluación y control de riesgos de seguridad y salud ocupacional. pp.4-13.* Málaga, España.

Sánchez García y Forero Henao (2004). *Estudio de las condiciones de trabajo de los conductores de vehículos de carga en Colombia*

para poner mejoras en los puestos de trabajo. p.117. Bogotá, Colombia.

Southern. (15 de 08 de 2017). <http://capper.southernperu.com.pe>

Sue Hignett Lynn Mcatamney (2003). *Manual Handling Assessment*

Charts Mitológica MAC Arica, Chile.

TECNICAP. Diplomado de Higiene Industrial. 2015. Tacna, Perú

TECNOMAB. (2016). *Manual de TENMARS Equipment &*

Instrumentation, 40.

TelloTorres, S. (2016). *Monitoreo ocupacional*. Tacna: TECNICAP.

Tello Torres, S. (25 de setiembre de 2017). *Estudio de ergonomía*. (E.

Calderón, Entrevistador).

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES INDICADORES	METODOLOGÍA, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema general: ¿La evaluación ergonómica a los operadores de equipos mineros prevendrá los riesgos disergonómicos?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cuáles son los factores de riesgos ergonómicos más significativos en los operadores de palas hidráulicas, perforadoras y camiones mineros?</p>	<p>Objetivo general: Realizar la evaluación ergonómica, con normativa vigente, a los operadores de equipos mineros para la prevención de los riesgos disergonómicos.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar los factores de riesgos ergonómicos más significativos en los operadores de palas hidráulicas, perforadoras y camiones mineros, aplicando el método de Pareto. b) Establecer los niveles de riesgos disergonómicos de los operadores de palas hidráulicas, perforadoras</p>	<p>Hipótesis de investigación: La aplicación de la evaluación ergonómica, con normativa vigente, a los operadores de equipos mineros permitirá la prevención de los riesgos disergonómicos.</p>	<p>Variable “X” o independiente: Evaluación ergonómica de los operadores de equipos mineros</p> <p>Variable “Y” o dependiente: Prevención de los riesgos disergonómicos</p>	<p>X1: Operación de equipo minero</p> <ul style="list-style-type: none"> • Factor de riesgo músculo esquelético. <p>X2: Ambiente laboral</p> <ul style="list-style-type: none"> • Factor de riesgo acústico. • Factor de riesgo de estrés térmico. <p>Y1: Riesgo músculo esquelético</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuello • Hombros y brazos. • Antebrazos - muñecas - manos. • Zona lumbar-dorsal de la espalda. • Caderas, nalgas y muslos. • Rodillas. • Piernas y pies. <p>Y2: Riesgo acústico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molestias. • Fuentes. 	<p>1. Tipo y nivel de la investigación: El tipo de la investigación es estudio de caso, ya que se desea evaluar intensivamente los factores de riesgos disergonómicos de los operadores de equipos pesados. El nivel de investigación es básica y exploratoria.</p> <p>2. Diseño de la investigación: El diseño de investigación es cualicuantitativo, porque no se manipulan las variables, se realiza en un momento y se analizan relaciones de causalidad de la variable X sobre Y.</p> <p>3. Técnicas, procesamiento y análisis de datos:</p>

<p>b) ¿Cuál son los niveles de riesgos disergonómicos de los operadores de palas hidráulicas, perforadoras y camiones mineros?</p> <p>c) ¿Cuáles son las medidas de control más efectivas para la prevención de los riesgos disergonómicos?</p>	<p>y camiones mineros, aplicando el método REBA.</p> <p>c) Determinar las medidas de control más efectivas para la prevención de los riesgos disergonómicos.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Factor de distracción. • Dificultades concentración. • Interferencia comunicación verbal. <p>Y3: Riesgo térmico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensación de calor. • Comodidad. • Preferencia. • Aceptación. • Resistencia. <p>Y4: Riesgo laboral</p> <ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de tronco. • Posición de brazos. • Cuello. • Pierna. • Antebrazos. • Muñeca. <p>Y5: Medidas de control</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eliminación del peligro. • Sustitución del peligro. • Ingeniería o rediseño. • Administración. • EPP. 	<p>de en</p> <p>3.1 Técnicas/Trabajo de campo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrevista y uso del Smartphone para la operación del equipo minero: pala hidráulica, perforadora y camión minero. • Encuestas virtuales a los operadores de los equipos mineros con cuestionarios estándares de ERGO 2013 y cumplimiento de la norma R.M ° 375-2008-TR. • Medición y simulación de los riesgos disergonómicos con tablas del método REBA. <p>3.2 Análisis de datos/ Trabajo de gabinete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Método de Pareto y uso de MS EXCEL y Software MINITAB • Método y uso de Software REBA.
---	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia. 2017.

ANEXO 2.1		FACTOR DE RIESGO MÚSCULO ESQUELÉTICO	
CUESTIONARIO			
Nombre de Empresa:			
Área/Proceso:		Fecha:	
ZONA CORPORAL		¿Durante el último año, ha tenido en el trabajo frecuentemente dolor, molestias o incomodidad en músculos, huesos o articulaciones? No deberán considerarse las molestias debidas a accidentes producidos fuera del trabajo.	
1. Cuello	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> sí		
2. Hombros y brazos	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> sí		
3. Antebrazos - muñecas - manos	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> sí		
4. Zona dorsal - lumbar de la espalda	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> sí		
5. Caderas - nalgas - muslos	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> sí		
6. Rodillas	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> sí		
7. Piernas - pies	<input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> sí		
Analizar con más detalle cuando más de un 25% de los trabajadores que realicen una misma tarea presenten molestias en una determinada zona corporal.			

Fuente: Manual práctico para la evaluación del riesgo ergonómico, INVASSAT ERGO, 2da Edición, Valencia-España, 2013

ANEXO 2.2	FACTOR DE RIESGO ACÚSTICO - RUIDO												
CUESTIONARIO													
Nombre de Empresa:													
Área/Proceso:		Fecha:											
ITEM	CUESTIONARIO												
A	<p>■ Al trabajador le molesta el ruido en su puesto de trabajo (marque la casilla correspondiente)</p> <table style="margin-left: 100px;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Mucho</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Bastante</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Regular</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Poco</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Nada</td></tr> </table>			<input type="checkbox"/>	Mucho	<input type="checkbox"/>	Bastante	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Poco	<input type="checkbox"/>	Nada
<input type="checkbox"/>	Mucho												
<input type="checkbox"/>	Bastante												
<input type="checkbox"/>	Regular												
<input type="checkbox"/>	Poco												
<input type="checkbox"/>	Nada												
B	<p>■ Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador.</p> <table style="margin-left: 100px;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Ruido exterior</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Ruido procedente de personas</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Ruido de las instalaciones</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Ruido de equipos de trabajo.</td></tr> </table>			<input type="checkbox"/>	Ruido exterior	<input type="checkbox"/>	Ruido procedente de personas	<input type="checkbox"/>	Ruido de las instalaciones	<input type="checkbox"/>	Ruido de equipos de trabajo.		
<input type="checkbox"/>	Ruido exterior												
<input type="checkbox"/>	Ruido procedente de personas												
<input type="checkbox"/>	Ruido de las instalaciones												
<input type="checkbox"/>	Ruido de equipos de trabajo.												
C	<p>■ ¿El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de las tareas?</p> <table style="margin-left: 100px;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Mucho</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Bastante</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Regular</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Poco</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Nada</td></tr> </table>			<input type="checkbox"/>	Mucho	<input type="checkbox"/>	Bastante	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Poco	<input type="checkbox"/>	Nada
<input type="checkbox"/>	Mucho												
<input type="checkbox"/>	Bastante												
<input type="checkbox"/>	Regular												
<input type="checkbox"/>	Poco												
<input type="checkbox"/>	Nada												
D	<p>■ El ruido le dificulta la concentración mental requerida en las tareas</p> <table style="margin-left: 100px;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Mucho</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Bastante</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Regular</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Poco</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Nada</td></tr> </table>			<input type="checkbox"/>	Mucho	<input type="checkbox"/>	Bastante	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Poco	<input type="checkbox"/>	Nada
<input type="checkbox"/>	Mucho												
<input type="checkbox"/>	Bastante												
<input type="checkbox"/>	Regular												
<input type="checkbox"/>	Poco												
<input type="checkbox"/>	Nada												
E	<p>■ Interferencia en la comunicación verbal</p> <table style="margin-left: 100px;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Mucho</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Bastante</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Regular</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Poco</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Nada</td></tr> </table>			<input type="checkbox"/>	Mucho	<input type="checkbox"/>	Bastante	<input type="checkbox"/>	Regular	<input type="checkbox"/>	Poco	<input type="checkbox"/>	Nada
<input type="checkbox"/>	Mucho												
<input type="checkbox"/>	Bastante												
<input type="checkbox"/>	Regular												
<input type="checkbox"/>	Poco												
<input type="checkbox"/>	Nada												

Fuente: Manual práctico para la evaluación del riesgo ergonómico, INVASSAT ERGO, 2da Edición, Valencia-España, 2013

ANEXO 2.3	FACTOR DE ESTRÉS TÉRMICO																													
CUESTIONARIO																														
Nombre de Empresa:																														
Área/Proceso:		Fecha:																												
ITEM	CUESTIONARIO																													
A	<p>¿Qué siente usted en este momento? (Marcar la casilla apropiada). Tengo... (La escala de puntúa de -4 a +4):</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>-4</td><td>Frio excesivo.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>-3</td><td>Mucho frio.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>-2</td><td>Frio.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>-1</td><td>Algo de frio.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>0</td><td>Ni frio ni calor.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>+1</td><td>Algo de calor.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>+2</td><td>Calor.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>+3</td><td>Mucho calor.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>+4</td><td>Calor excesivo.</td></tr> </table>			<input type="checkbox"/>	-4	Frio excesivo.	<input type="checkbox"/>	-3	Mucho frio.	<input type="checkbox"/>	-2	Frio.	<input type="checkbox"/>	-1	Algo de frio.	<input type="checkbox"/>	0	Ni frio ni calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	+1	Algo de calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	+2	Calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	+3	Mucho calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	+4	Calor excesivo.
<input type="checkbox"/>	-4	Frio excesivo.																												
<input type="checkbox"/>	-3	Mucho frio.																												
<input type="checkbox"/>	-2	Frio.																												
<input type="checkbox"/>	-1	Algo de frio.																												
<input type="checkbox"/>	0	Ni frio ni calor.																												
<input checked="" type="checkbox"/>	+1	Algo de calor.																												
<input checked="" type="checkbox"/>	+2	Calor.																												
<input checked="" type="checkbox"/>	+3	Mucho calor.																												
<input checked="" type="checkbox"/>	+4	Calor excesivo.																												
B	<p>¿Se encuentra usted... (La escala de puntúa de 0 a 4)</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>0</td><td>Cómodo.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>1</td><td>Algo incómodo.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>2</td><td>Incómodo.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>3</td><td>Muy incómodo.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>4</td><td>Extremadamente incómodo.</td></tr> </table>			<input type="checkbox"/>	0	Cómodo.	<input type="checkbox"/>	1	Algo incómodo.	<input type="checkbox"/>	2	Incómodo.	<input type="checkbox"/>	3	Muy incómodo.	<input type="checkbox"/>	4	Extremadamente incómodo.												
<input type="checkbox"/>	0	Cómodo.																												
<input type="checkbox"/>	1	Algo incómodo.																												
<input type="checkbox"/>	2	Incómodo.																												
<input type="checkbox"/>	3	Muy incómodo.																												
<input type="checkbox"/>	4	Extremadamente incómodo.																												
C	<p>En este momento preferiría tener... (La escala de puntúa de -5 a +5)</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>-5</td><td>Mucho más frio.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>-2</td><td>Más frio.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>-1</td><td>Un poco más de frio.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>0</td><td>Ni más frio ni más calor.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>+1</td><td>Un poco más de calor.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>+2</td><td>Más calor.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td>+3</td><td>Mucho más calor.</td></tr> </table>			<input type="checkbox"/>	-5	Mucho más frio.	<input type="checkbox"/>	-2	Más frio.	<input type="checkbox"/>	-1	Un poco más de frio.	<input type="checkbox"/>	0	Ni más frio ni más calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	+1	Un poco más de calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	+2	Más calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	+3	Mucho más calor.						
<input type="checkbox"/>	-5	Mucho más frio.																												
<input type="checkbox"/>	-2	Más frio.																												
<input type="checkbox"/>	-1	Un poco más de frio.																												
<input type="checkbox"/>	0	Ni más frio ni más calor.																												
<input checked="" type="checkbox"/>	+1	Un poco más de calor.																												
<input checked="" type="checkbox"/>	+2	Más calor.																												
<input checked="" type="checkbox"/>	+3	Mucho más calor.																												
D	<p>Teniendo en cuenta únicamente sus preferencias personales, ¿aceptaría usted este ambiente térmico en lugar de rechazarlo?</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>Si</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>No</td></tr> </table>			<input type="checkbox"/>	Si	<input type="checkbox"/>	No																							
<input type="checkbox"/>	Si																													
<input type="checkbox"/>	No																													
E	<p>En su opinión este ambiente térmico es... (La escala de puntúa de 0 a 4)</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>0</td><td>Perfectamente soportable.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>1</td><td>Un poco difícil de soportar.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>2</td><td>Bastante difícil de soportar.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>3</td><td>Muy difícil de soportar.</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td>4</td><td>Insoportable.</td></tr> </table>			<input type="checkbox"/>	0	Perfectamente soportable.	<input type="checkbox"/>	1	Un poco difícil de soportar.	<input type="checkbox"/>	2	Bastante difícil de soportar.	<input type="checkbox"/>	3	Muy difícil de soportar.	<input type="checkbox"/>	4	Insoportable.												
<input type="checkbox"/>	0	Perfectamente soportable.																												
<input type="checkbox"/>	1	Un poco difícil de soportar.																												
<input type="checkbox"/>	2	Bastante difícil de soportar.																												
<input type="checkbox"/>	3	Muy difícil de soportar.																												
<input type="checkbox"/>	4	Insoportable.																												

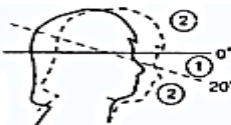
Fuente: Manual Práctico para la evaluación del Riesgo Ergonómico, INVASSAT ERGO, 2da Edición, Valencia-España, 2013

ANEXO 3		MÉTODO REBA	
CUESTIONARIO			
Nombre de Empresa:	Nombre del trabajador		
Área/Proceso:	Fecha:		
Nombre del puesto de trabajo:			
Descripción del puesto:			
Edad:	Años de trabajo:		

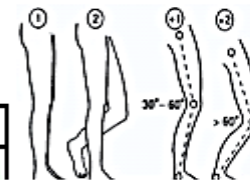
TRONCO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	Puntaje
Erguido	1		
0°-20° flexión, 0°-20° extensión	2	Añadir	
20°-60° flexión, > 20° extensión	3		
> 60° flexión	4	+1 si hay torsión o inclinación lateral	



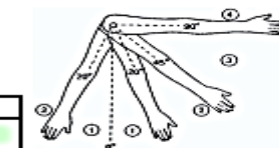
CUELLO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	Puntaje
0°-20° flexión	1	Añadir	
20° flexión o extensión	2	+1 si hay torsión o inclinación lateral	



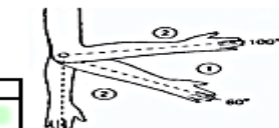
PIERNAS			
Posición	Puntuación	Corrección	Puntaje
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60°	
Soporte unilateral, soporte ligero o inestable	2	+ 2 si las rodillas están flexionadas más de 90° (salvo en postura sentada)	



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



ANTEBRAZOS			
Movimiento	Puntuación	Corrección	Puntaje
60°-100° flexión	1		
< 60° flexión	2	No Corresponde	
> 100° flexión			



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



Observaciones: _____

Fuente: Instituto de Seguridad Laboral de Chile, 2016

ANEXO 4.1.1 FACTOR DE RIESGO MUSCULO-ESQUELÉTICO EN LOS OPERADORES DE PALAS HIDRÁULICAS

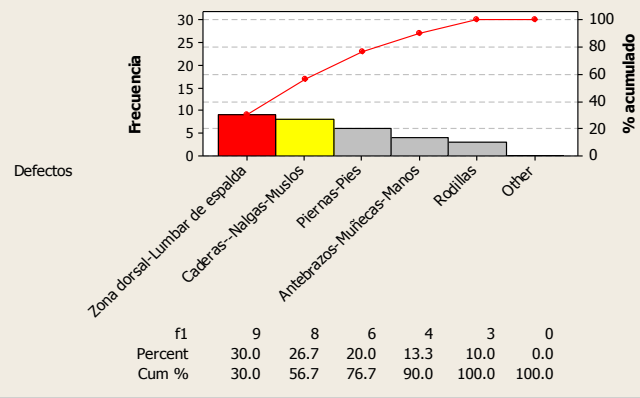
Nombre de la Empresa:	Southern Perú Copper Corporation	Fecha: 19/08/2017
Unidad/Área:	Mina de Toquepala	
Nro. de trabajadores/Tamaño de población:	9	
Nro. de puestos muestreados:	9	
Descripción de los procesos/actividades:	La pala hidráulica marca Terex, tipo de rodadura por orugas con cuchara de 100 t, realiza el carguío de mineral y/o desmonte hacia los camiones mineros, cerca de 3 a 4 pases por camión.	

CONSOLIDADO DE MUESTRAS - FACTOR DE RIESGO MÚSCULO-ESQUELÉTICO

ITEM	INDICADOR	MUESTRAS									Frecuencia (Si)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	Cuello										0
B	Hombros y brazos										0
C	Antebrazos-Muñecas-Manos		1	1			1	1			4
D	Zona dorsal-Lumbar de espalda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
E	Caderas--Nalgas-Muslos	1	1	1	1	1	1		1	1	8
F	Rodillas				1			1		1	3
G	Piernas-Pies	1	1			1	1		1	1	6

REPORTE ESTADÍSTICO DE PARETO

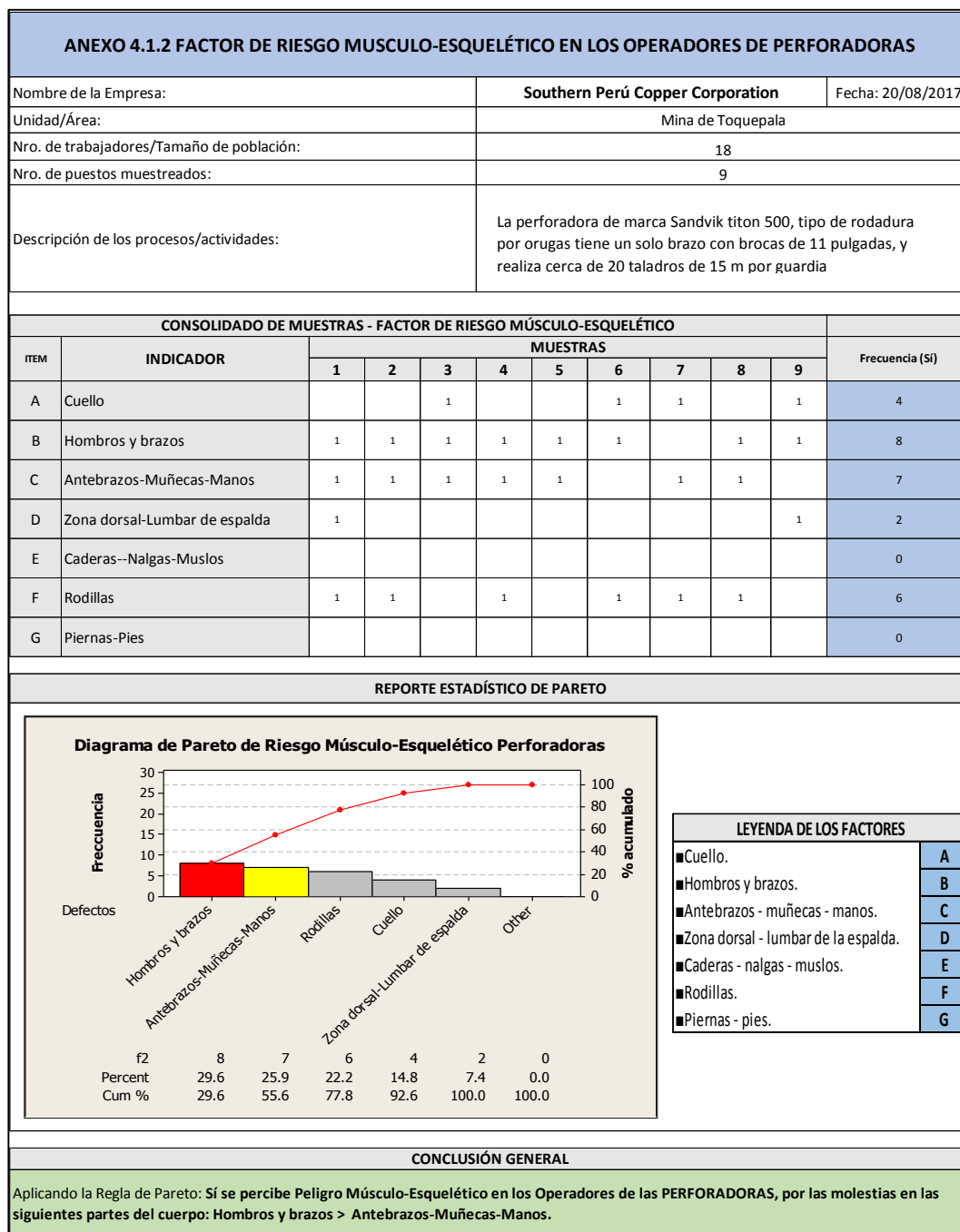
Diagrama de Pareto de Riesgo Músculo-Esquelético Palas hidráulicas



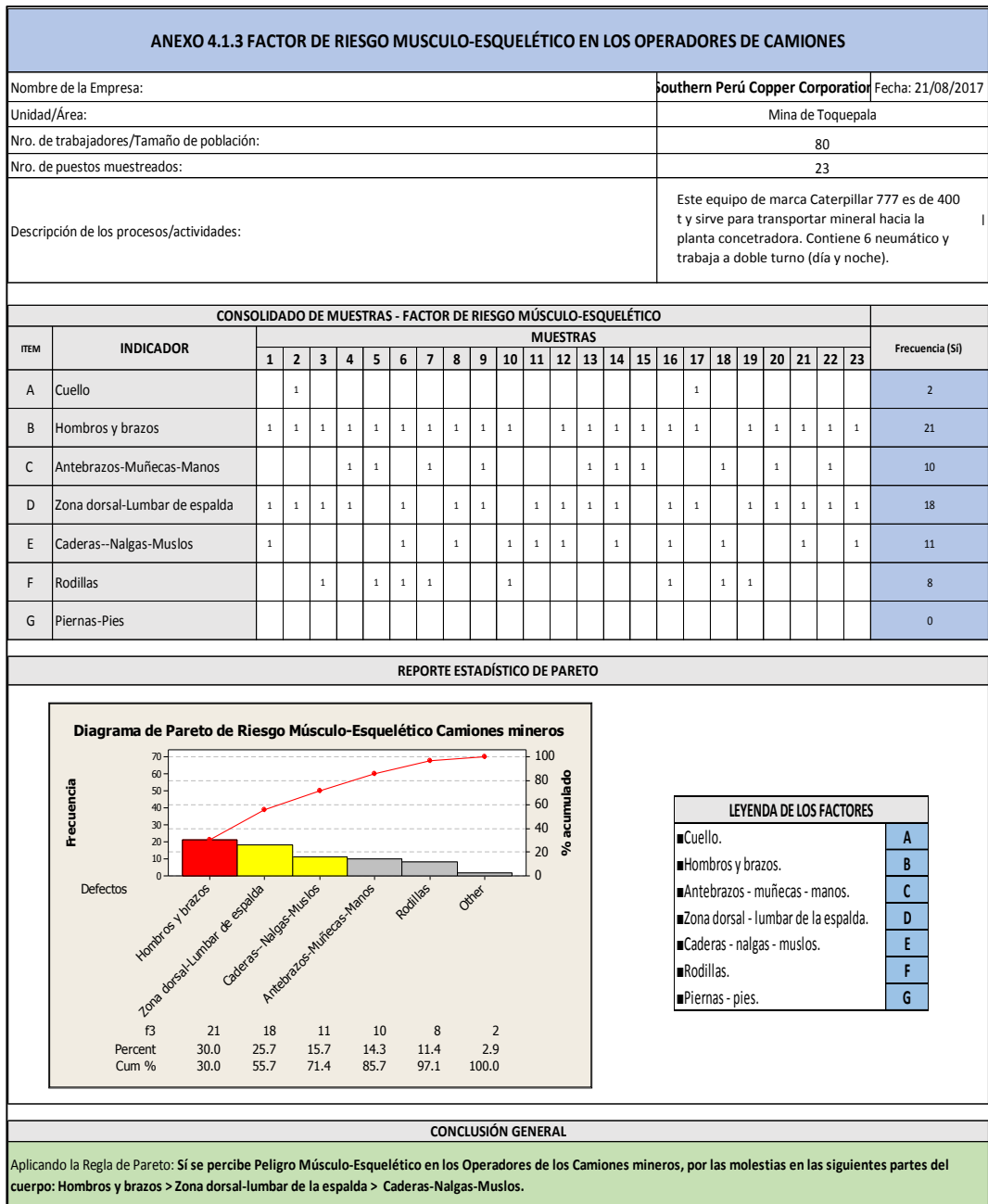
LEYENDA DE LOS FACTORES	
■ Cuello.	A
■ Hombros y brazos.	B
■ Antebrazos - muñecas - manos.	C
■ Zona dorsal - lumbar de la espalda.	D
■ Caderas - nalgas - muslos.	E
■ Rodillas.	F
■ Piernas - pies.	G

CONCLUSIÓN GENERAL

Aplicando la Regla de Pareto: **Sí se percibe Peligro Músculo-Esquelético en los Operadores de las PALAS HIDRÁULICAS, por las molestias en las siguientes partes del cuerpo: Zona dorsal-lumbar de la espalda > Caderas-Nalgas-Muslos.**



Fuente: Elaboración propia, 2017



Fuente: Elaboración propia, 2017

ANEXO 4.2. FACTOR DE RIESGO ACÚSTICO EN LOS OPERADORES DE PERFORADORAS

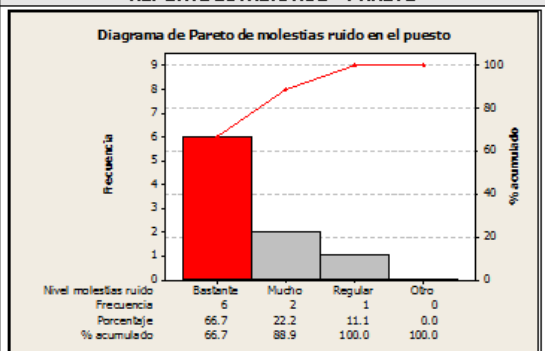
Nombre de la Empresa:	Southern Perú Copper Corporation	Fecha:	22/09/2017
Unidad/Área/Oficina:	Mina de Toquepala		
Nro. de trabajadores:	18		
Nro. de puestos muestreados:	9		
Descripción de las tareas:	La perforadora marca Titon 500, tipo de rodadura por orugas, tiene un solo brazo con brocas de 11 pulgadas, y realiza cerca de 20 taladros de 15 m por guardia.		

ITEM A ■ Al trabajador le molesta el ruido en su puesto de trabajo. (marque la casilla correspondiente)

- Mucho
- Bastante
- Regular
- Poco
- Nada

RESUMEN	
Nivel de molestias de ruido en el puesto	Frecuencia
■ Mucho	2
■ Bastante	6
■ Regular	1
■ Poco	0
■ Nada	0

REPORTE ESTADÍSTICO - PARETO



CONCLUSIONES

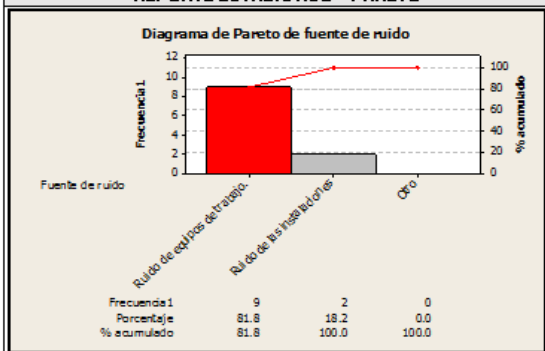
El 66,7 % de los Operadores tiene un nivel de molestias BASTANTE, en sus puestos de trabajo.

ITEM B ■ Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador.

- Ruido exterior
- Ruido procedente de personas
- Ruido de las instalaciones
- Ruido de equipos de trabajo.

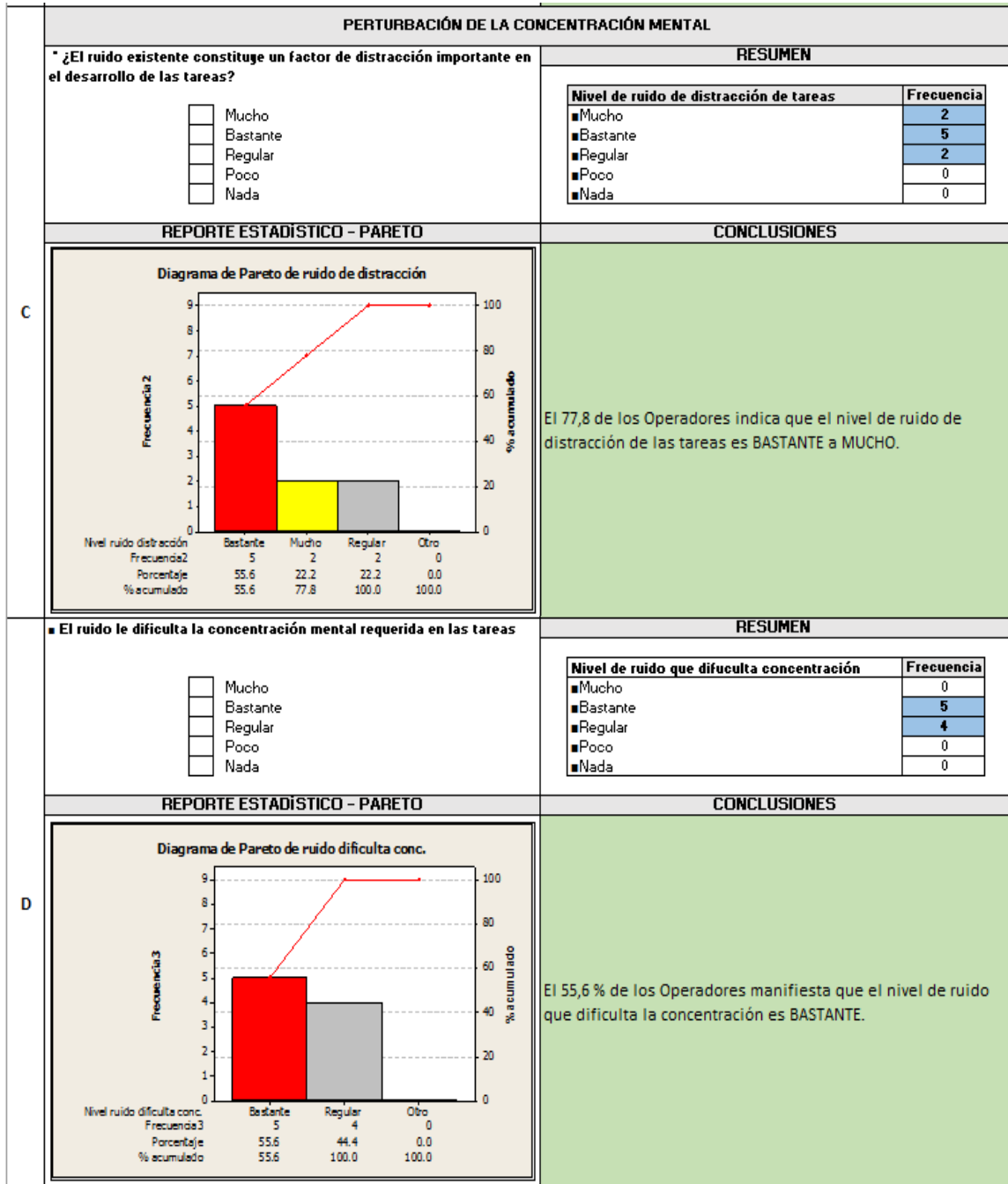
RESUMEN	
Fuente de ruido que molesta al trabajador	Frecuencia
■ Ruido exterior	0
■ Ruido procedente de personas	0
■ Ruido de las instalaciones	2
■ Ruido de equipos de trabajo.	7

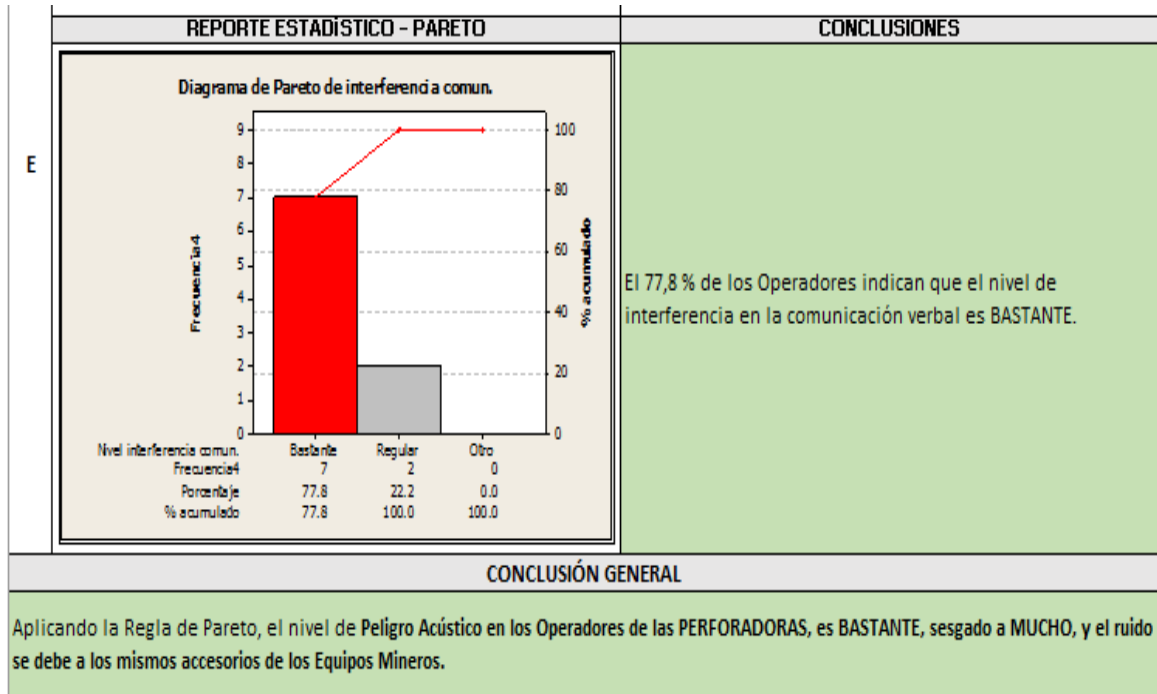
REPORTE ESTADÍSTICO - PARETO



CONCLUSIONES

El 81,8% indica que la fuente de ruido que molesta a los Operadores es de los EQUIPOS DE TRABAJO.





Fuente: Elaboración propia, 2017

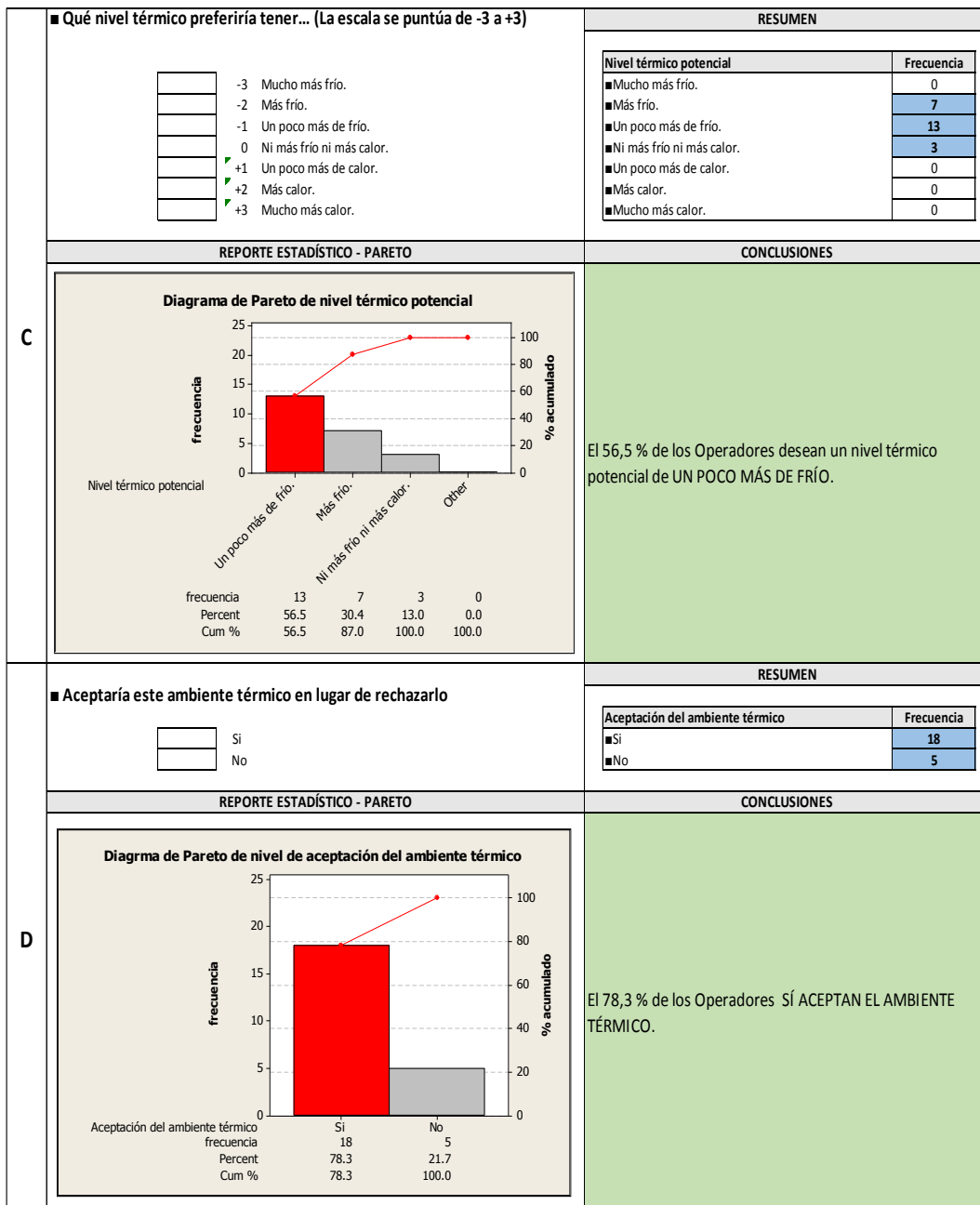
CONSOLIDADO DE MUESTRAS - FACTOR DE RIESGO ACÚSTICO												
ITEM	INDICADOR	ESCALA O VALORACIÓN	MUESTRAS									Frecuencia
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	Nivel de molestias de ruido en el puesto	Mucho		1				1				2
		Bastante	1		1	1		1	1	1		6
		Regular									1	1
		Poco										0
		Nada										0
B	Fuente de ruido que molesta al trabajador	Ruido exterior										0
		Ruido procedente de personas										0
		Ruido de las instalaciones				1			1			2
		Ruido de equipos de trabajo.	1	1	1		1	1		1	1	7
C	Nivel de ruido de distracción de tareas	Mucho		1		1						2
		Bastante	1		1		1		1		1	5
		Regular						1		1		2
		Poco										0
		Nada										0
D	Nivel de ruido que dificulta concentración	Mucho										0
		Bastante	1		1		1		1		1	5
		Regular		1		1		1		1		4
		Poco										0
E	Nivel de interferencia comunicación verbal	Nada										0
		Mucho										0
		Bastante	1	1	1		1	1	1		1	7
		Regular				1				1		2
											0	
											0	

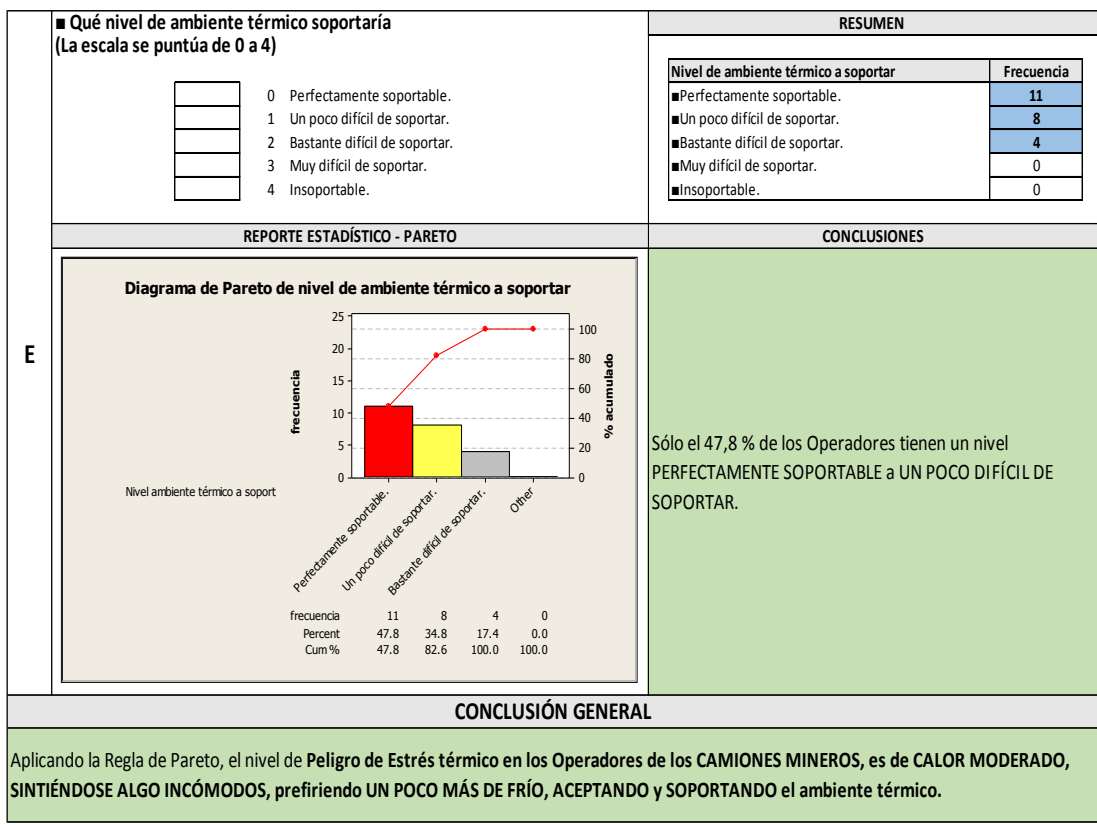
Fuente: Elaboración Propia, 2017.

ANEXO 4.3. FACTOR DE RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO EN LOS OPERADORES DE CAMIONES MINEROS

Nombre de la Empresa:	Southern Perú Copper Corporation	Fecha:	27/10/2017
Unidad/Área/Oficina:	Mina de Toquepala		
Nro. de trabajadores:	80		
Nro. de puestos muestreados:	23		
Descripción de las tareas:	El camión minero, marca Caterpillar 777, es de 400 t y sirve para transportar mineral hacia la planta concentradora de Toquepala. Contiene 6 neumáticos y trabaja a doble turno (día y noche).		

A	<p>■ ¿Qué siente usted en este momento? (Marcar la casilla apropiada). Tengo... (La escala se puntúa de -4 a +4):</p> <table border="0"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>-4</td><td>Frío excesivo.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>-3</td><td>Mucho frío.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>-2</td><td>Frío.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>-1</td><td>Algo de frío.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>0</td><td>Ni frío ni calor.</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>+1</td><td>Algo de calor.</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>+2</td><td>Calor.</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>+3</td><td>Mucho calor.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>+4</td><td>Calor excesivo.</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	-4	Frío excesivo.	<input type="checkbox"/>	-3	Mucho frío.	<input type="checkbox"/>	-2	Frío.	<input type="checkbox"/>	-1	Algo de frío.	<input type="checkbox"/>	0	Ni frío ni calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	+1	Algo de calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	+2	Calor.	<input checked="" type="checkbox"/>	+3	Mucho calor.	<input type="checkbox"/>	+4	Calor excesivo.	<p align="center">RESUMEN</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel térmico actual</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>■ Frío excesivo.</td><td align="center">0</td></tr> <tr><td>■ Mucho frío.</td><td align="center">0</td></tr> <tr><td>■ Frío.</td><td align="center">0</td></tr> <tr><td>■ Algo de frío.</td><td align="center">0</td></tr> <tr><td>■ Ni frío ni calor.</td><td align="center">0</td></tr> <tr><td>■ Algo de calor.</td><td align="center">14</td></tr> <tr><td>■ Calor.</td><td align="center">6</td></tr> <tr><td>■ Mucho calor.</td><td align="center">2</td></tr> <tr><td>■ Calor excesivo.</td><td align="center">0</td></tr> </tbody> </table>	Nivel térmico actual	Frecuencia	■ Frío excesivo.	0	■ Mucho frío.	0	■ Frío.	0	■ Algo de frío.	0	■ Ni frío ni calor.	0	■ Algo de calor.	14	■ Calor.	6	■ Mucho calor.	2	■ Calor excesivo.	0
	<input type="checkbox"/>	-4	Frío excesivo.																																														
<input type="checkbox"/>	-3	Mucho frío.																																															
<input type="checkbox"/>	-2	Frío.																																															
<input type="checkbox"/>	-1	Algo de frío.																																															
<input type="checkbox"/>	0	Ni frío ni calor.																																															
<input checked="" type="checkbox"/>	+1	Algo de calor.																																															
<input checked="" type="checkbox"/>	+2	Calor.																																															
<input checked="" type="checkbox"/>	+3	Mucho calor.																																															
<input type="checkbox"/>	+4	Calor excesivo.																																															
Nivel térmico actual	Frecuencia																																																
■ Frío excesivo.	0																																																
■ Mucho frío.	0																																																
■ Frío.	0																																																
■ Algo de frío.	0																																																
■ Ni frío ni calor.	0																																																
■ Algo de calor.	14																																																
■ Calor.	6																																																
■ Mucho calor.	2																																																
■ Calor excesivo.	0																																																
	<p align="center">REPORTE ESTADÍSTICO - PARETO</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p align="center">Diagrama de Pareto nivel térmico actual</p> <table border="1" style="width: 100%; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>Nivel térmico actual</th> <th>fi</th> <th>Percent</th> <th>Cum %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Calor.</td><td align="center">14</td><td align="center">60.9</td><td align="center">60.9</td></tr> <tr><td>Mucho calor.</td><td align="center">6</td><td align="center">26.1</td><td align="center">87.0</td></tr> <tr><td>Calor excesivo.</td><td align="center">2</td><td align="center">8.7</td><td align="center">95.7</td></tr> <tr><td>Other</td><td align="center">1</td><td align="center">4.3</td><td align="center">100.0</td></tr> </tbody> </table> </div>	Nivel térmico actual	fi	Percent	Cum %	Calor.	14	60.9	60.9	Mucho calor.	6	26.1	87.0	Calor excesivo.	2	8.7	95.7	Other	1	4.3	100.0	<p align="center">CONCLUSIONES</p> <p>El 60,9 % de los Operadores tiene un nivel térmico actual de CALOR MODERADO.</p>																											
Nivel térmico actual	fi	Percent	Cum %																																														
Calor.	14	60.9	60.9																																														
Mucho calor.	6	26.1	87.0																																														
Calor excesivo.	2	8.7	95.7																																														
Other	1	4.3	100.0																																														
B	<p>■ En qué nivel de comodidad se encuentra usted... (La escala se puntúa de 0 a 4)</p> <table border="0"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>0</td><td>Cómodo.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>1</td><td>Algo incómodo.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>2</td><td>Incómodo.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>3</td><td>Muy incómodo.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>4</td><td>Extremadamente incómodo.</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	0	Cómodo.	<input type="checkbox"/>	1	Algo incómodo.	<input type="checkbox"/>	2	Incómodo.	<input type="checkbox"/>	3	Muy incómodo.	<input type="checkbox"/>	4	Extremadamente incómodo.	<p align="center">RESUMEN</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel de comodidad</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>■ Cómodo.</td><td align="center">0</td></tr> <tr><td>■ Algo incómodo.</td><td align="center">16</td></tr> <tr><td>■ Incómodo.</td><td align="center">7</td></tr> <tr><td>■ Muy incómodo.</td><td align="center">0</td></tr> <tr><td>■ Extremadamente incómodo.</td><td align="center">0</td></tr> </tbody> </table>	Nivel de comodidad	Frecuencia	■ Cómodo.	0	■ Algo incómodo.	16	■ Incómodo.	7	■ Muy incómodo.	0	■ Extremadamente incómodo.	0																				
	<input type="checkbox"/>	0	Cómodo.																																														
<input type="checkbox"/>	1	Algo incómodo.																																															
<input type="checkbox"/>	2	Incómodo.																																															
<input type="checkbox"/>	3	Muy incómodo.																																															
<input type="checkbox"/>	4	Extremadamente incómodo.																																															
Nivel de comodidad	Frecuencia																																																
■ Cómodo.	0																																																
■ Algo incómodo.	16																																																
■ Incómodo.	7																																																
■ Muy incómodo.	0																																																
■ Extremadamente incómodo.	0																																																
	<p align="center">REPORTE ESTADÍSTICO - PARETO</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p align="center">Diagrama de Pareto nivel de comodidad</p> <table border="1" style="width: 100%; font-size: small;"> <thead> <tr> <th>Nivel de comodidad</th> <th>frecuencia</th> <th>Percent</th> <th>Cum %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Algo incómodo.</td><td align="center">16</td><td align="center">69,6</td><td align="center">69,6</td></tr> <tr><td>Incómodo.</td><td align="center">7</td><td align="center">30,4</td><td align="center">100,0</td></tr> <tr><td>Other</td><td align="center">0</td><td align="center">0,0</td><td align="center">100,0</td></tr> </tbody> </table> </div>	Nivel de comodidad	frecuencia	Percent	Cum %	Algo incómodo.	16	69,6	69,6	Incómodo.	7	30,4	100,0	Other	0	0,0	100,0	<p align="center">CONCLUSIONES</p> <p>El 69,6 % de los Operadores tienen un nivel de ALGO INCÓMODO.</p>																															
Nivel de comodidad	frecuencia	Percent	Cum %																																														
Algo incómodo.	16	69,6	69,6																																														
Incómodo.	7	30,4	100,0																																														
Other	0	0,0	100,0																																														





Fuente: Elaboración Propia, 2017

**ANEXO 5. RESULTADO DE ENTREVISTA OCUPACIONAL DE
RIESGOS DISERGONÓMICOS DE OPERADOR DE PALA
HIDRÁULICA – MÉTODO REBA**

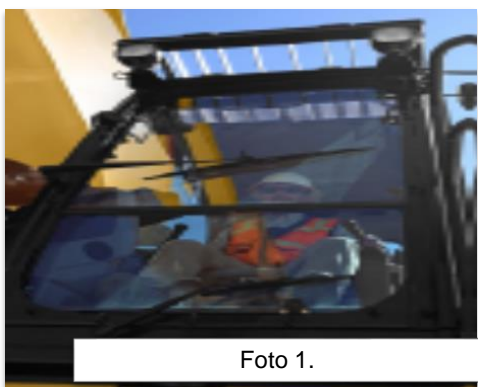




Foto 5.



Foto 6.



Foto 7.



Foto 8.



Foto 9.

Método REBA

Tronco

GRUPO **A**

Observe el tronco del trabajador.

0°
Erguido
0°

0° a 20° de flexión o extensión

20° a 60° flexión más de 20° de extensión

60°
60° o más de flexión

Reporte RPH1

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA

Factor de corrección tronco

GRUPO **A**

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:

No hay torsión o inclinación lateral

Existe torsión o inclinación lateral del tronco

← Retornar

Reporte RPH2

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA

Cuello

GRUPO **A**

Observe el cuello del trabajador.

De 0° a 20° de flexión

Más de 20° de flexión o extensión

← Retroceder

Reporte RPH3

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA

Factor de corrección cuello

GRUPO **A**

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:

No hay torsión o inclinación lateral

Existe torsión o inclinación lateral

← Retroceder

Reporte RPH4

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA

Piernas

GRUPO **A**

Observe las piernas del trabajador.

Soporte bilateral, caminando o sentado

Soporte unilateral, ligero o postura inestable

← Retroceder

Reporte RPH5

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA GRUPO **A**

Factor de corrección piernas

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:

No existe flexión de rodilla Existe flexión de rodilla entre 30° y 60° Existe flexión de rodilla más de 60° (salvo postura sedente)

[← Retroceder](#)

Reporte RPH6

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

Método REBA GRUPO **B**

Brazos

Observe el brazo del trabajador.

0° a 20° de flexión o extensión Más de 20° de extensión o 20° a 45° de flexión 45° a 90° de flexión Más de 90° de flexión

[← Retroceder](#)

Reporte RPH7

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

Método REBA GRUPO **B**

Factor de corrección brazos

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:
(Puede seleccionar más de una o ninguna)

Abducción Rotación Extensión de hombro Hay apoyo o postura a favor de la gravedad

[Continuar](#)

[← Retroceder](#)

Reporte RPH8

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

Método REBA GRUPO **B**

Antebrazo

Observe el antebrazo del trabajador.

Menos de 60° y más de 100°

Entre 60° y 100°

← Retornar

Reporte RPH9

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA GRUPO **B**

Muñeca

Observe la muñeca del trabajador.

Entre 0° y 15° de flexión/extensión

Más de 15° de flexión/extensión

← Retornar

Reporte RPH10

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA GRUPO **B**

Factor de corrección muñeca

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:

No existe torsión o desviación lateral

Existe torsión o desviación lateral

← Retornar

Reporte RPH11

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA
Fuerzas Ejercidas

Indique las fuerzas ejercidas por el trabajador.



- La carga o fuerza es menor de 5 kg.
- La carga o fuerza está entre 5 y 10 kg.
- La carga o fuerza es mayor de 10 kg.

¿La fuerza se aplica bruscamente? NO SI

[Continuar](#)

[← Retornar](#)

Reporte RPH12

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



Método REBA
Tipo de agarre

Indique el tipo de agarre de la carga manejada.

- Agarre bueno.**
El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medido.
- Agarre regular.**
El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.
- Agarre malo.**
El agarre es posible pero no aceptable.
- Agarre inaceptable.**
El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.

[Continuar](#)

[← Retornar](#)

Reporte RPH13

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



Método REBA

Tipo de actividad muscular

Indique el tipo de actividad muscular del trabajador
(puede seleccionar una o varias alternativas).

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

[Continuar](#)

[← Retroceder](#)

Reporte RPH14

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



Método REBA

Esquema de puntuaciones obtenidas

Grupo A	Tronco	2	Grupo B	Brazo	4
	Cuello	3		Antebrazo	1
	Piernas	2		Muñeca	3
Puntuación Tabla A		5	Puntuación Tabla B		5
+			+		
Fuerzas		0	Agarre		0
Puntuación A		5	Puntuación B		5
+			+		
Puntuación Tabla C		6			
+			+		
Actividad		2			

Puntuación final
8

Nivel de riesgo final
Alto

Intervención y posterior análisis:
Necesario pronto

Ud. puede analizar como un cambio en la situación de trabajo impacta positivamente en la evaluación de los riesgos. Lo invitamos a probar las alternativas en el Software, cambiando las condiciones de la tarea evaluada.

[Volver a evaluar](#) [Imprimir](#)

Reporte RPH15

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



**ANEXO 6. RESULTADO DE ENTREVISTA OCUPACIONAL DE
RIESGOS DISERGONÓMICOS DE OPERADOR DE PERFORADORA –
MÉTODO REBA**





Foto 5.



Foto 6.



Foto 7.



Foto 8.



Foto 9.

Método REBA

GRUPO A

Tronco

Observe el tronco del trabajador.

Erguido
0°

0° a 20° de flexión o extensión

20° a 60° flexión más de 20° de extensión

60° o más de flexión

Reporte RP1

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA

GRUPO A

Factor de corrección tronco

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:

No hay torsión o inclinación lateral

Existe torsión o inclinación lateral del tronco

← Retroceder

Reporte RP2

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA

GRUPO A

Cuello

Observe el cuello del trabajador.

De 0° a 20° de flexión

Más de 20° de flexión o extensión

← Retroceder

Reporte RP3

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA GRUPO **A**

Factor de corrección cuello

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:



No hay torsión o inclinación lateral



Existe torsión o inclinación lateral

← Retroceder


Reporte BP4

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA 

Método REBA GRUPO **A**

Piernas

Observe las piernas del trabajador.



Soporte bilateral caminando o sentado



Soporte unilateral, ligero o postura inestable

← Retroceder

Reporte RP5

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA 

Método REBA GRUPO **A**

Factor de corrección piernas

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:



No existe flexión de rodilla



Existe flexión de rodilla entre 30° y 60°



Existe flexión de rodilla más de 60° (salvo postura sedente)

← Retroceder

Reporte RP6

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA 

Método REBA GRUPO **B**

Brazos

Observe el brazo del trabajador.

0° a 20° flexión o extensión

Más de 20° de extensión o 20° a 45° de flexión

45° a 90° de flexión

Más de 90° de flexión

← Retroceder

Reporte RP7

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA GRUPO **B**

Factor de corrección brazos

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:
(Puede seleccionar más de una o ninguna)

Abducción

Rotación

Existe abducción o rotación

Existe elevación de hombro

Hay apoyo o postura a favor de la gravedad

Continuar

← Retroceder

Reporte RP8

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA GRUPO **B**

Antebrazo

Observe el antebrazo del trabajador.

Menos de 60° y más de 100°

Entre 60° y 100°

← Retroceder

Reporte RP9

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA GRUPO **B**

Muñeca

Observe la muñeca del trabajador.

Entre 0° y 15° de flexión/extensión

Más de 15° de flexión/extensión

← Retroceder

Reporte RP10

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

Método REBA GRUPO **B**

Factor de corrección muñeca

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:

No existe torsión o desviación lateral

Existe torsión o desviación lateral

← Retroceder

Reporte RP11

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

Método REBA

Fuerzas Ejercidas

Indique las fuerzas ejercidas por el trabajador:

- La carga o fuerza es menor de 5 kg.
- La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
- La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

¿La fuerza se aplica bruscamente? NO SI

Continuar

← Retroceder

Reporte RP12

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

Método REBA

Tipo de agarre

Indique el tipo de agarre de la carga manejada.

- Agarre bueno.**
(El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio)
- Agarre regular.**
(El agarre con el mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo)
- Agarre malo.**
(El agarre es posible pero no aceptable)
- Agarre inaceptable.**
(El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inseguro utilizando otras partes del cuerpo)

[Continuar](#)

[← Retornar](#)

Reporte RP13

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



Método REBA

Tipo de actividad muscular

Indique el tipo de actividad muscular del trabajador
(puede seleccionar una o varias alternativas).

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

[Continuar](#)

[← Retornar](#)

Reporte RP14

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



Método REBA

Esquema de puntuaciones obtenidas

Grupo A	Torso	2	Grupo B	Brazo	4
	Cuello	3		Antebrazo	2
	Piernas	2		Muñeca	2
Puntuación Tabla A			Puntuación Tabla B		
5			6		
+			+		
Fuerzas		0	Agarre		0
Puntuación A		5	Puntuación B		6
Puntuación Tabla C					7
+					
Actividad					2

Puntuación final
9

Nivel de riesgo final
Alto

Intervención y posterior análisis:
Necesario pronto

Ud. puede analizar como un cambio en la situación de trabajo impacta positivamente en la evaluación de los riesgos. Lo invitamos a probar las alternativas en el Software, cambiando las condiciones de la tarea evaluada.

Reporte RP15

**ANEXO 7. RESULTADO DE ENTREVISTA OCUPACIONAL DE
RIESGOS DISERGONÓMICOS DE OPERADOR DE CAMIÓN MINERO –
MÉTODO REBA**





Foto 5.



Foto 6.



Foto 7.



Foto 8.



Foto 9.



Foto 10.



Foto 11.



Foto 12.



Foto 13.



Foto 14.



Foto 15.



Foto 16.



Foto 17.



Foto 18.



Foto 19.



Foto 20.



Foto 21.



Foto 22.



Foto 23.

Método REBA

Tronco

GRUPO A

Observe el tronco del trabajador.

0° Erguido 0°

0° a 20° de flexión o extensión

20° a 60° flexión más de 20° de extensión

60° o más de flexión

Reporte RCM1

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA

Factor de corrección tronco

GRUPO A

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:

No hay torsión o inclinación lateral

Existe torsión o inclinación lateral del tronco

Reporte RCM2

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA

Cuello

GRUPO **A**

Observe el cuello del trabajador.

De 0° a 20° de flexión

Más de 20° de flexión o extensión

← Retornar

Reporte RCM3

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA

Factor de corrección cuello

GRUPO **A**

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:

No hay torsión o inclinación lateral

Existe torsión o inclinación lateral

← Retornar

Reporte RCM4

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MUTUAL

Método REBA GRUPO **A**

Piernas

Observe las piernas del trabajador.

Soporte bilateral, caminando o sentado

Soporte unilateral, ligero o postura inestable

← Retroceder

Reporte RCM5

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MULTIPLAN

Método REBA GRUPO **A**

Factor de corrección piernas

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:

No existe flexión de rodilla

30° a 60°

más de 60°

Existe flexión de rodilla entre 30° y 60°

Existe flexión de rodilla más de 60° (salvo postura sentada)

← Retroceder

Reporte RCM6

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MULTIPLAN

Método REBA GRUPO **B**

Brazos

Observe el brazo del trabajador.

0° a 20° flexión o extensión

Más de 20° de extensión o 20° a 45° de flexión

45° a 90° de flexión

Más de 90° de flexión

← Retroceder

Reporte RCM7


Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

MULTIPLAN

Método REBA GRUPO **B**


Factor de corrección brazos

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:
(Puede seleccionar más de una o ninguna)




Abducción
Rotación

Existe abducción o rotación



Existe elevación de hombro




Hay apoyo o postura a favor de la gravedad

[Continuar](#)

[← Retornar](#)

Reporte RCM8

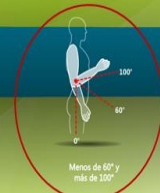
Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



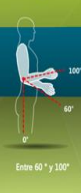
Método REBA GRUPO **B**

Antebrazo

Observe el antebrazo del trabajador.



Menos de 60° y más de 100°




Entre 60° y 100°

[← Retornar](#)

Reporte RCM9

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



Método REBA GRUPO **B**

Muñeca

Observe la muñeca del trabajador.



Entre 0° y 15° de flexión/extension



Más de 15° de flexión/extension

[← Retornar](#)

Reporte RCM10

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



Método REBA GRUPO **B**

Factor de corrección muñeca

Indique también si en la postura anteriormente elegida se observa que:



No existe torsión o desviación lateral



Existe torsión o desviación lateral

Reporte RCM11

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



Método REBA

Fuerzas Ejercidas

Indique las fuerzas ejercidas por el trabajador:



- La carga o fuerza es menor de 5 kg.
- La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
- La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

¿La fuerza se aplica bruscamente? NO SI

Continuar

Reporte RCM12

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



Método REBA

Tipo de agarre

Indique el tipo de agarre de la carga manejada.

- Agarre bueno.**
(el agarre es bueno y la fuerza de agarre de carga medio)
- Agarre regular.**
(el agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo)
- Agarre malo.**
(el agarre es posible pero no aceptable)
- Agarre inaceptable.**
(el agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo)

Continuar

Reporte RCM13

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



Método REBA

Tipo de actividad muscular

Indique el tipo de actividad muscular del trabajador (puede seleccionar una o varias alternativas).

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

[Continuar](#)

[← Retroceder](#)

Reporte RCM14

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA



Método REBA

Esquema de puntuaciones obtenidas

Grupo A		Tronco	2	Grupo B		Brazo	4
		Cuello	3			Antebrazo	2
		Piernas	2			Muñeca	3
Puntuación Tabla A		5		Puntuación Tabla B		7	
+				+			
Fuerzas		0		Agarre		0	
Puntuación A		5		Puntuación B		7	
				Puntuación Tabla C		8	
				+			
		Actividad				2	

Puntuación final
10

Nivel de riesgo final
Alto

Intervención y posterior análisis:
Necesario pronto

Ud. puede analizar como un cambio en la situación de trabajo impacta positivamente en la evaluación de los riesgos. Lo invitamos a probar las alternativas en el Software, cambiando las condiciones de la tarea evaluada.

[Volver a evaluar](#) [Imprimir](#)

Reporte RCM15

Menú principal | Método MAC | Tablas Liberty Mutual | Método REBA

