

Redesign of workplaces in a cargo transportation company to reduce occupational risks

Mariana de Fátima Vidaurre Merino, Industrial Engineer¹; Joselito Sánchez Pérez, Master's Degree²; Maximiliano Arroyo Ulloa, Ph. D³

^{1,2,3}Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú, 73323185@usat.pe, jsanchez@usat.edu.pe, marrovo@usat.edu.pe

Abstract– “The objective of the research was to reduce occupational risks by redesigning the work stations of a cargo transportation company”. The situation was diagnosed through physical, ergonomic and IPERC risk assessments, identifying a total of 30 risks, of which 50% were in the loading and unloading post and 16.67% in the administrative areas; reason for which, in an interval of seventeen months, costs of S/ 40,607.67 were generated. The improvements included the implementation of mechanical supports, the acquisition of personal protection equipment, the design of a storage space, the redesign of lighting, the roofing of the maneuvering yard, the development of procedures and safety plans, and the implementation of active breaks. These proposals reduced the degree of moderate and important risks by 100%, as well as the absenteeism rate and the frequency and severity indexes by 98%, 95%, and 79%, respectively, and the costs caused by labor risks by 85%, which translates into savings of S/. 36,340.93 in favor of the company. It was concluded that the improvements were economically viable, since a Net Present Value (NPV) of S/S/3 899, and a Benefit/Cost (B/C) ratio of 1.27.

Keywords-- Jobs, Occupational hazards, Freight forwarding company, Risk management.

Rediseño de puestos de trabajo en una empresa de transporte de carga para reducir riesgos laborales

Mariana de Fátima Vidaurre Merino, Industrial Engineer¹; Joselito Sánchez Pérez, Master's Degree²; Maximiliano Arroyo Ulloa, Ph. D³

^{1,2,3}Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú, 73323185@usat.pe, jsanchez@usat.edu.pe, marroyo@usat.edu.pe

Resumen– “El objetivo de la investigación fue reducir los riesgos laborales mediante el rediseño de los puestos de trabajo de una empresa de transporte de carga”. Se diagnosticó la situación mediante evaluaciones de riesgo físico, ergonómicas y de la IPERC, identificándose un total de 30 riesgos, de los cuales el 50% estuvieron en el puesto de carga y descarga y el 16,67% en las áreas administrativas; razón por la cual, en un intervalo de diecisiete meses, se generaron costos de S/ 40 607,67. Las mejoras incluyeron la implementación de apoyos mecánicos, la adquisición de equipos de protección personal, el diseño de un espacio de almacenamiento, el rediseño de luminarias, el techado del patio de maniobras, la elaboración de procedimientos y planes de seguridad y la implementación de pausas activas. Con dichas propuestas se redujeron en 100% el grado de los riesgos moderados e importantes, y también la tasa de ausentismo, los índices de frecuencia y gravedad en 98%, 95% y 79%, respectivamente; así como también, los costos ocasionados por riesgos laborales en 85%, los cuales se traducen en un ahorro de S/ 36 340,93 a favor de la empresa. Se concluyó que las mejoras fueron viables económicamente, ya que se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de S/ S/3 899 y una relación Beneficio/Costo (B/C) de 1, 27.

Palabras clave– Puestos de trabajo, Riesgos laborales, Empresa de transporte de carga, Gestión de riesgos.

I. INTRODUCCIÓN

En el entorno global, las cifras y estadísticas de la Organización Internacional del Trabajo, expresan que 2,78 millones de trabajadores mueren cada año por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales y 374 millones de trabajadores sufren accidentes de trabajo no mortales; asimismo, los días de trabajo perdidos representan cerca del 4% del PIB mundial. [1] Esta situación también repercute en el sector transporte terrestre donde a pesar de predominar en más del 70% del transporte de cargas a nivel de América Latina y el Caribe [2], la mayoría de veces vulnera la seguridad de sus trabajadores, como es el caso de México, donde en 2023 el 40% de los operarios que trabajan con cargas reportaron fatiga crónica [3]; o Colombia, donde el 35% de los accidentes fueron causados por golpes con objetos pesados; o Brasil, el 38% de los operarios encargados de la manipulación de carga manual reportaron lesiones en la espalda. Por su parte, en Perú, se identificó que el 70,8% de los trabajadores del sector transporte y de almacenamiento no tuvo capacitación sobre riesgos laborales, el 92,5% sufrió accidentes, el 53,3% experimentó riesgos físicos, y el 87,5% riesgos ergonómicos [4];

evidenciándose en los 3053 accidentes laborales que se han causado [5].

En dicho sentido, la empresa en estudio, conformada por 24 trabajadores, enfrenta altos riesgos laborales relacionados a la manipulación y almacenamiento de materiales, organización del trabajo, seguridad del apoyo mecánico, los equipos de protección personal y el diseño del puesto de trabajo. Esto generó 13 enfermedades ocupacionales, 6 accidentes laborales, tasa de ausentismo de 8%, índice de frecuencia de 56 y un índice de gravedad de 83,33 en un intervalo de diecisiete meses, causando gastos de S/ 10 433,67 por pago de reemplazos y días perdidos; además de potenciales multas por inspecciones de la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral equivalentes a S/ 30 174, razón por la que surgió la pregunta: ¿Cómo rediseñar los puestos de trabajo en una empresa de transporte de carga para reducir riesgos laborales?

Es por ello que se tuvo como objetivo general proponer el rediseño de los puestos de trabajo en una empresa de transporte terrestre de carga para reducir riesgos laborales, y como objetivos específicos se tuvieron: diagnosticar los riesgos laborales en los puestos de trabajo de una empresa de transporte de carga, rediseñar los puestos de trabajo para reducir los riesgos laborales y evaluar la viabilidad económica del rediseño de puestos de trabajo. Este estudio buscó beneficiar a los colaboradores de la empresa adaptando las tareas a las capacidades de los colaboradores, contribuyendo a su bienestar y a la reducción de los costos asumidos por la empresa por riesgos e incumplimientos normativos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Para el diagnóstico se utilizó la Lista de Comprobación Ergonómica (LCE) empleada por [6] encontrando que solo se cumplen el 31,3% del total de lineamientos. Asimismo, también se utilizó la Evaluación Rápida de Cuerpo Entero (REBA) y la Evaluación Rápida de Esfuerzo para Oficinas (ROSA) para evaluar posturas estáticas en áreas operativas y administrativas, respectivamente; y también se aplicó la ecuación dada por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) para evaluar la carga manual. Según [7], los resultados de NIOSH revelaron que los empleados manipulaban más de 50 libras en más del 33% del tiempo de su jornada de trabajo. También se empleó el Checklist de Acciones Repetitivas Ocupacionales (OCRA) para analizar movimientos repetitivos, y como resultado, [8] identificó un riesgo

inaceptable alto con índice de 30,4. Asimismo, se utilizó la matriz de Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Control (IPERC), la cual fue reconocida por su importancia para reducir los riesgos laborales por [9]; por lo que las propuestas estuvieron basadas en la jerarquía de control. En lo que respecta al segundo objetivo referente a las propuestas de rediseño, se tomaron en cuenta las sugerencias de [10], [11], entre otros. Finalmente, respecto a la evaluación económica, se tuvo en cuenta los análisis de [12] y [13] quienes destacaron la importancia de estudiar económicamente las propuestas para demostrar su viabilidad.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental. La población estuvo conformada por los cuatro puestos de trabajo de la empresa; por su tamaño reducido, se empleó un muestreo no probabilístico mediante técnica censal. Para el primer objetivo, se inició con la aplicación de la línea base de la Lista de Comprobación de Ergonomía (LCE), identificando los criterios de incumplimiento. Luego, se evaluaron los factores de riesgo: iluminación, ruido, estrés térmico y riesgos ergonómicos. Se seleccionaron los métodos ROSA y REBA por su aplicabilidad en la evaluación postural; el Checklist OCRA, por su enfoque en movimientos repetitivos; y el método NIOSH, por su validez en levantamiento manual de cargas. Complementariamente, se aplicaron encuestas para conocer nivel de instrucción, uso de EPP y capacitación. Asimismo, se utilizó la matriz IPERC y se revisó la documentación de accidentes, enfermedades ocupacionales y costos, con la cual se calcularon indicadores de accidentabilidad. En el segundo objetivo, se rediseñaron los puestos de trabajo con base en la jerarquía de control de la IPERC, utilizando AutoCAD y SolidWorks, y se determinó el riesgo residual. Finalmente, en el tercer objetivo, se estimó la inversión y se evaluó la factibilidad mediante el indicador Beneficio/Costo.

IV. RESULTADOS

Para conocer la situación actual de la empresa, realizó la recolección de datos primarios referentes a accidentes y enfermedades en el periodo 2023 a mayo de 2024, con los cuales se calcularon los indicadores de accidentabilidad mostrados en la Tabla I. La tasa de enfermedades ocupacionales, los índices de frecuencia y gravedad se calcularon conforme a [14] y la tasa de ausentismo se calculó de acuerdo con [1].

$$\text{Tasa de enfermedades} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ Enf. ocupacionales}}{\text{N}^{\circ} \text{ de trabajadores}} \quad (1)$$

$$\text{Índice de frecuencia} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ accidentes}}{\text{HH trabajadas}} \times 10^6 \quad (2)$$

$$\text{Índice de gravedad} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ jornadas perdidas}}{\text{HH trabajadas}} \times 10^3 \quad (3)$$

$$\text{Tasa de ausentismo} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ jornadas perdidas}}{\text{HH trabajadas}} \quad (4)$$

TABLA I
INDICADORES DE RIESGO Y SALUD DESDE 2023 – MAYO 2024

	2023	Enero – mayo 2024
N° de trabajadores	25	24
N° de accidentes	4	2
Tasa de ausentismo (%)	16	8
Índice de frecuencia (N° accidentes por cada millón H-trabajadas)	44	56
Índice de gravedad (Días perdidos por cada 1000 H-trabajadas)	160	83,33
N° de enfermedades	9	4
Tasa de enfermedades	36%	16,7%

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, según [15], se asumiría una multa de S/ 30 174 por infracciones ante SUNAFIL, tal como se detalla en la Tabla II junto con los costos percibidos por riesgos laborales.

TABLA II
COSTOS GENERADOS POR RIESGOS LABORALES (EN SOLES)

Detalle de costos	2023	Enero – mayo 2024	2023 – mayo 2024
Por días perdidos por accidentes	3 413,82	1 280,18	4 694,00
Por días perdidos por enfermedades	1 241,39	698,28	1 939,67
Por reemplazos de trabajadores con descanso (accidentes)	800,00	400,00	1 200,00
Por reemplazos de trabajadores con descanso (enfermedades)	1 800,00	800,00	2 600,00
Costos percibidos	7 255,21	3 178,46	10 433,67
Multas SUNAFIL	30 174	30 174	30 174
COSTOS TOTALES	37 429,21	33 352,46	40 607,67

Fuente: Elaboración propia

Ante los problemas encontrados en indicadores y costos, se aplicó la LCE, la cual permitió identificar un 31,3% de cumplimiento (equivalente a 40 de 128 lineamientos); además, al ponderar las categorías incumplidas, existían 5 categorías causantes de los riesgos laborales altos; los cuales fueron: manipulación y almacenamiento de materiales, organización del trabajo, seguridad del apoyo mecánico, equipos de protección personal y diseño del puesto de trabajo. Asimismo, se evaluaron los factores de ergonomía, iluminación, ruido y estrés térmico. A continuación, se muestran los cálculos del puesto de operario como ejemplo, aplicando el mismo procedimiento a los demás.

Con respecto al factor de ruido, se utilizó el sonómetro AEMC CA832. Para realizar el cálculo de la dosis de exposición a ruido, se utilizó el plan de medición “basada en el trabajo” descrita en el capítulo 10 de la NTP-ISO 9612 [16], estrategia recomendada para trabajadores móviles o fijos con tareas múltiples. En primer lugar, se calculó la duración mínima total de medición a realizar según la ISO mencionada:

$$5h + (n_G - 5) \times 0,5h \quad (5)$$

$$5h + (15 - 5) \times 0,5h = 10h \text{ mínimo}$$

La desviación estándar de las mediciones realizadas fue de 4,59%, por lo que al ser menor del 5%, indicó que los datos fueron válidos para realizar los cálculos. Luego se calculó el NPS de acuerdo a la ecuación 11 de la NTP-ISO 9612 [16]:

$$L_{p,A,eqTe} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{p,A,eqT,n}} \right) dB \quad (6)$$

$$NPS = 77,21 \text{ dB}$$

Para hallar el tiempo máximo de exposición, se tomó la fórmula expresada en la RM 375-2008 [17]:

$$T = \frac{8}{2^{\frac{NPS-85}{3}}} \quad (7)$$

$$T = \frac{8}{2^{\frac{77,21-85}{3}}}$$

$$T = 48,39 \text{ horas}$$

Luego, se calculó la dosis de exposición considerando el tiempo de una jornada laboral equivalente a 10 horas.

$$D = \frac{C}{T} \quad (8)$$

$$D = \frac{10}{48,39}$$

$$D = 0,2$$

Debido a que la dosis de exposición fue menor a 1, se confirmó que no existía riesgo de ruido en este puesto de trabajo.

Luego se evaluó el factor de estrés térmico con el termo anemómetro Scarlet Tech S/M. Para calcular el índice WBGT se empleó la siguiente fórmula para exterior ya que el patio de maniobras se encontraba sin techar:

$$WBGT = 07(TBH) + 0,2(TG) + 0,1(TBS)^{\circ}C \quad (9)$$

Se registraron los valores de Temperatura de Bulbo Húmedo (TBH), Temperatura de Globo (TG) y Temperatura de Bulbo Seco (TBS); cada 5 minutos de 7:30 a 8:00 a.m., y cada 30 minutos de 8:00 a 18:00 p.m.

$$WBGT = 07(19,758) + 0,2(27,28) + 0,1(24,23)^{\circ}C$$

$$WBGT = 21,58^{\circ}C$$

Luego se calculó el consumo metabólico de 136,12 Kcal/h, y al utilizar la curva de valores del índice WBGT, se realizó un cruce entre el consumo metabólico y el WBGT límite de persona aclimatada, obteniéndose un WBGT límite de 31,8°C; por lo que se afirmó que no existía riesgo de estrés térmico.

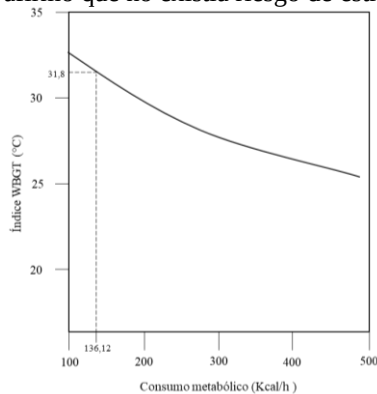


Fig. 1 Curva de valores de referencia para índice WBGT

No obstante, al aplicar una encuesta a los operarios, estos expresaron que se sienten expuestos a temperaturas elevadas en el primer cuatrimestre del año, y en el intervalo de 9:30 am a 12:00 pm y de 12:00 pm a 14:30 pm. A ello se sumó la radiación

extremadamente alta registrada por el Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) en colaboración con el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y la Oficina Ejecutiva de Defensa Civil, con valores de 14, 14 y 15.

También se evaluó el factor de iluminación con el luxómetro AEMC CA813. Se empleó el método de cuadrantes, donde primero se halló el Índice Local considerando las dimensiones de largo, ancho y alto del área.

$$\text{Índice local} = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{Alto} (\text{Largo} + \text{Ancho})} \quad (10)$$

$$\text{Índice local} = \frac{108 \text{ m} \times 19,134 \text{ m}}{2,55 \text{ m} (108 \text{ m} + 19,134 \text{ m})}$$

$$\text{Índice local} = 6,4$$

Luego se calcularon los puntos mínimos de medición mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (RI + 2)^2 \quad (11)$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = (6,4 + 2)^2$$

$$\text{Puntos mínimos de medición} = 71 \text{ puntos}$$

La extensión del patio de maniobras se dividió en 71 partes, formando una cuadrícula. A partir de ello, se realizaron mediciones a las 7:30 a.m., a las 12:00 p.m. y a las 18:00 p.m. Con las mediciones se obtuvo una E_{media} de 17,51 klux, por lo que de acuerdo a [18], no existía riesgo.

Para la evaluación del factor ergonómico, se tomó en cuenta los métodos para evaluación de riesgo disergonómico dados en RM 375-2008 [17]. Para evaluar la carga postural, se eligió el método REBA. Por otro lado, en el manejo manual de cargas se trabajó de acuerdo a la ISO 11228-1 [19], se utilizó la ecuación de NIOSH y el método de Snook y Ciriello. para evaluar los movimientos repetitivos, se utilizó el Checklist OCRA, recomendado por el estado peruano y por la ISO 11228-3 [19]. Por último, para realizar la evaluación ergonómica de la zona administrativa, se optó por el método ROSA, el cual fue desarrollado por el centro Canadiense de Salud y Seguridad Laboral.

En las evaluaciones del puesto de operario, se analizaron las actividades que realizaban, ya que no existía una asignación de tareas y todos ejecutaban las mismas actividades. Para las cuatro primeras actividades se empleó el método REBA. Comenzando con la actividad del retiro del toldo de los camiones mostrada en la Fig. 8, se encontró el cuello flexionado ($>20^{\circ}$), tronco flexionado ($>60^{\circ}$), piernas con flexión ($>60^{\circ}$), brazo (46° - 90°); también se encontraron cambios importantes de postura, cargas menores a 5 kg y un buen agarre; con lo que se determinó un riesgo alto de nivel 3.

En la actividad de desamarre de toldo en la Fig. 9, se evaluó el cuello flexionado ($>20^{\circ}$), tronco flexionado (0 - 20°), piernas en postura inestable, brazo ($>90^{\circ}$ /hombro elevado), antebrazo flexionado (60 - 100°), muñeca (0 - 15°), además de considerar posturas estáticas, cambios frecuentes, con lo que se obtuvo un riesgo medio de nivel 2.

Con respecto a la actividad de agarre de mercancía para su descarga mostrada en la Fig. 10, se evaluó el cuello ($>20^{\circ}$ inclinación), tronco (0 - 20° flexión lateral), piernas con

apoyo bilateral, brazo (>90° y hombro elevado), muñeca flexionada (>15°), además de cambios de postura, cargas <10 kg y agarres inadecuados, obteniéndose un riesgo muy alto de nivel 4.

Para la actividad de carga de mercancía en camiones en la Fig. 11, se evaluó el cuello (0–20° de flexión con inclinación), el tronco (20–60° de flexión), piernas con apoyo bilateral, brazo (>45° y hombro elevado), muñeca (>15° de flexión/extensión), junto con cambios posturales, cargas <10 kg y agarre deficiente, por lo que se obtuvo un riesgo alto de nivel 3.

Posteriormente, en la Fig. 2 se evaluó el levantamiento manual con NIOSH; identificándose previamente dos formas predominantes. En la primera situación se presentó un V1=1,7m y en la segunda V1=1,27m. En ambos casos, se registró un H < 25 cm, V2=0m, A=0 y agarre deficiente. A continuación, se muestra el cálculo para una carga de 1 kg.

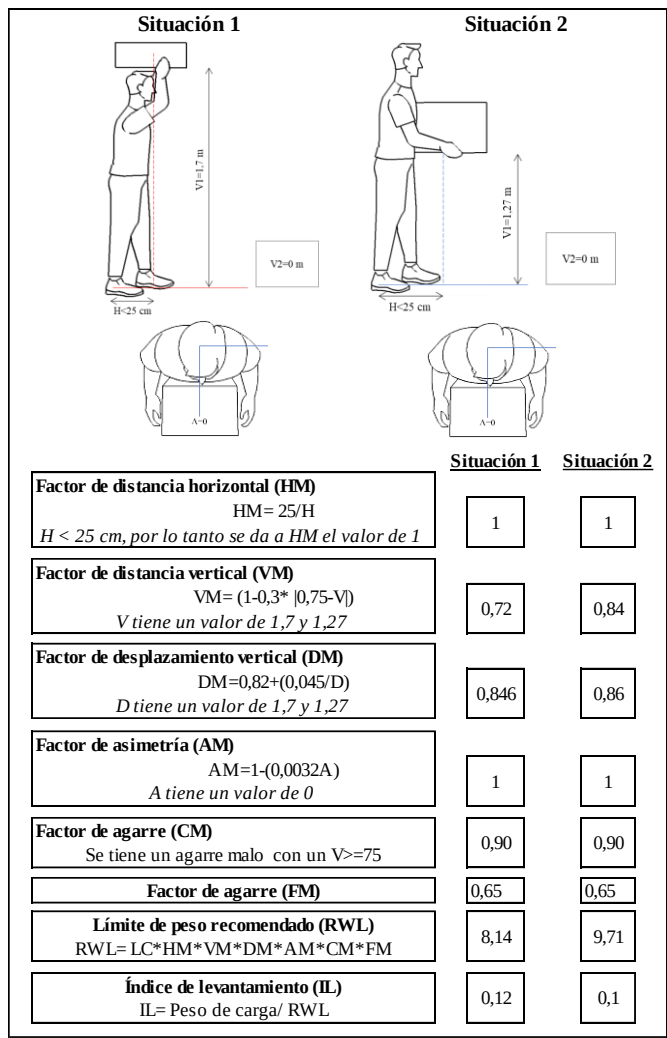


Fig. 2 Evaluación de NIOSH

De acuerdo a los resultados obtenidos, para cargas hasta 8 kg el IL<1 representando un riesgo bajo, a partir de 9-25 kg el 1<IL<3 representando un riesgo moderado.

Por otra parte, haciendo uso de las tablas de Snook y Ciriello, se evaluó el transporte manual de carga para la cual se tuvo en cuenta que todos los operarios eran hombres, la frecuencia de transporte se daba dos veces en 1 minuto, la distancia que se transportaban los paquetes era aproximadamente 2,1 metros, la altura vertical a la que se transportaba era aproximadamente 111 de acuerdo a la tabla; con lo cual se obtuvo que para asegurar un transporte manual de carga seguro para un 90% de los trabajadores, el peso máximo a manipular debía ser 17 kg.

Posteriormente, se aplicó el Checklist OCRA, donde se obtuvieron: un factor de recuperación (FR) de 6, factor de frecuencia (FF) de 0, factor de fuerza (FFz) de 6, factor de postura (FP) de 4, y un multiplicado de duración de 0,95; con lo que se obtuvo un Índice de Checklist OCRA (ICKL) de 15,2 equivalente a riesgo inaceptable medio.

En la Tabla III se observan los resultados obtenidos en las evaluaciones de los cuatro factores evaluados por puesto de trabajo.

TABLA III
RESULTADO DE NIVELES DE RIESGO ASOCIADOS A CADA PUESTO DE TRABAJO

Puesto	Ergonomía		Iluminación		Ruido		Estrés térmico	
	Nivel	R	V.medio/ min requerido	R	Dosis de exposición	R	WBGT medido/ límite	R
A	1	Mejorable	669,79/ 500 lux	No	<1	No	19,32/ 29 °C	No
B	1	Mejorable	155,86/ 500 lux	Sí	<1	No	19,47/ 29 °C	No
C	1	Mejorable	155,86/ 500 lux	Sí	<1	No	17,51/ 29 °C	No
D	3	Alto	17,51 klux / 150 lux	No	<1	No	21,58/ 22 °C	No
	2	Medio						
	4	Muy alto						
	3	Alto						
	15, 2	Inaceptable medio para Mov. rep.						

Nota: A=Recepcionista, B=Administrador, C=Contador, D=Operario

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se aplicaron encuestas a los trabajadores, lo cual permitió conocer las causas del incumplimiento de los lineamientos previamente mencionados. Respecto a manipulación y almacenamiento de materiales, se hallaron posturas forzadas, movimientos repetitivos, trabajo de carga y descarga inseguro (6 accidentes y 13 enfermedades entre 2023 y mayo 2024) y la ausencia de un espacio de almacenamiento. Por otra parte, en lo referente a la organización del trabajo, se identificó que solo el 13,33% consideraba claras las instrucciones debido a la ausencia de procedimientos estandarizados y tan solo el 33,33% había recibido capacitación, infringiendo con la Resolución 151-2021-Sunafil/TFL-Primera Sala [20]. En cuanto a la seguridad del apoyo mecánico, se identificó que el 33,33% de trabajadores no

tenían conocimiento de cómo utilizar montacargas. Respecto a los EPP, se encontró el escaso uso de EPP como una práctica frecuente entre los operarios, debido a que solo el 13,33% conoce la importancia de los mismos. Para el lineamiento de diseño del puesto de trabajo, se encontró que los operarios trabajaban trabajo en altura sin EPP; trabajo de pie prolongado, ya que los trabajadores que se encuentran de pie durante más de 8 horas al día; iluminación deficiente en el área administrativa según la Norma Técnica EM 0.10 [18]; y el estrés térmico y radiación solar.

Finalmente, se aplicó la Matriz IPERC, donde se identificó un total de 30 riesgos; con una participación del 16,67% en los puestos de recepción, administración y contabilidad, mientras que un 50% en el puesto de operario de carga.

Las propuestas estuvieron basadas en la jerarquía de control de la IPERC, por lo que, para mejorar la situación del lineamiento de manipulación y almacenamiento de materiales, se diseñó un plan de mantenimiento preventivo para montacargas para prolongar su vida útil; capacitaciones en uso de EPP, carga segura y uso de montacargas; se diseñó un espacio de almacenamiento mediante Güerchet.

Asimismo, se diseñó un Manual de Procedimiento de Carga y Descarga, en donde se especificó qué posturas debían tener los trabajadores al realizar las tareas. Para ello, se sugirió la compra de una rampa para montacargas que permitiera el ingreso de los montacargas a los camiones y una plataforma elevadora, las cuales se observan en la Fig. 3 y 4.

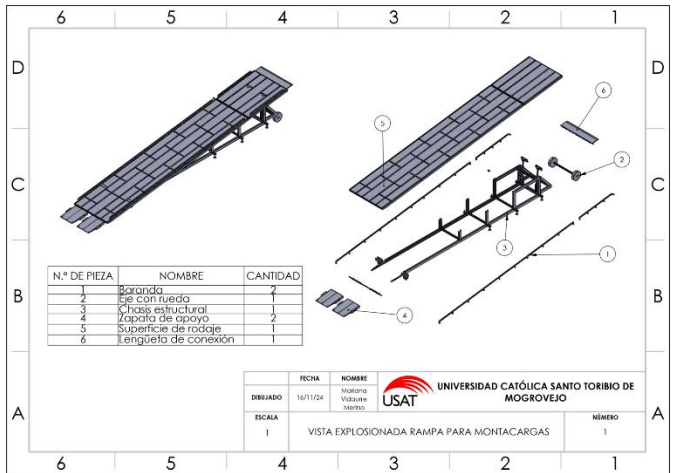


Fig. 3 Vista explosionada de rampa

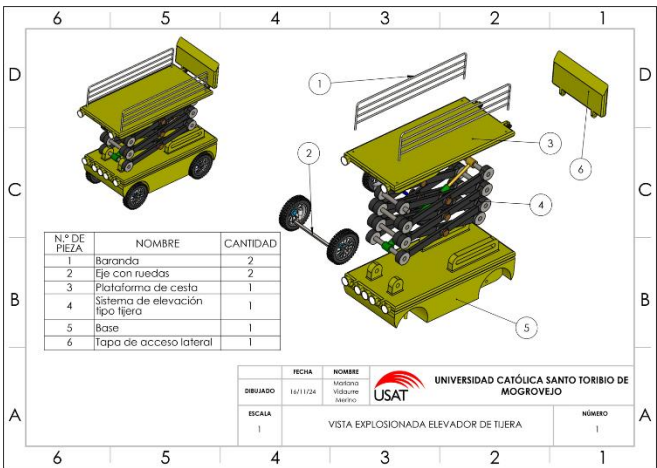


Fig. 4 Vista explosionada de plataforma elevadora

Además, su implementación se observa en la Fig. 5 y 6.

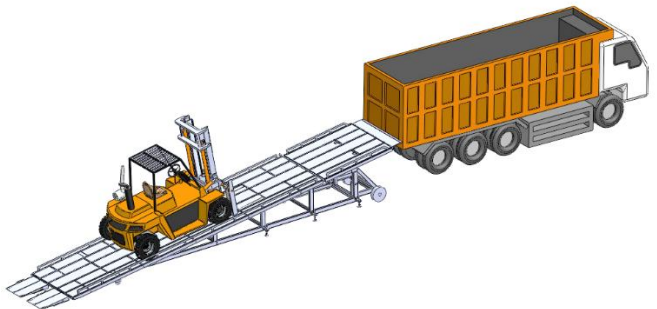


Fig. 5 Implementación de rampa



Fig. 6 Implementación de plataforma elevadora

Para diseñar la plataforma elevadora, se calculó el espacio mínimo de (0,75 x 0,75) m requerido para un trabajador; asimismo, para permitir un movimiento cómodo, se planteó dar 0,2 m de margen adicional a cada lado.

$$\text{Espacio para operario} = (0,75 + 0,2 + 0,2)^2$$

$$\text{Espacio para operario} = (1,15)^2 = 1,35 \text{ m}^2$$

Luego, se calculó el espacio destinado a colocar paquetes pequeños, por lo que se consideró que el tamaño máximo de los paquetes pequeños que llegan a la empresa es de (0,30 x 0,30) m; además, se planeó apilar 2 niveles de cajas, con 8 cajas por nivel.

$$\text{Área a ocupar por las cajas} = 8 \text{ cajas} \times (0,30 \times 0,30)$$

$$\text{Área a ocupar por las cajas} = 0,72 \text{ m}^2$$

Por lo que el espacio mínimo requerido para la cesta de la plataforma fue de 2,94 m².

$$Largo = 1,15 + 0,3 \times 4 + 0,10 = 2,45 \text{ m}$$

$$Ancho = \text{Valor mínimo por espacio a operario} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Área total} = 2,45 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} = 2,94 \text{ m}^2$$

Seguidamente, se calculó la capacidad de carga necesaria, para ello se sumó el peso promedio de los trabajadores (68,5 kg) junto con el peso de 16 cajas a colocar en la plataforma (160 kg), con lo que se obtuvo un peso total de 228,5 kg. Asimismo, de acuerdo con la Norma ISO 18893 [21], se consideró un factor de seguridad de 2, por lo que la capacidad de carga final fue de 457 kg.

De igual forma, se calculó la energía potencial necesaria para que la plataforma se eleve a una altura de 4 m.

$$E = m \times g \times h \quad (12)$$

$$E = (500 \text{ kg}) \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) (4 \text{ m})$$

$$E = 19\,620 \text{ J}$$

Asimismo, se calculó la potencia que debía tener la plataforma, por lo que se determinó que para subir 4 m a una velocidad de 0,25 m/s, se necesitaría de 16 segundos. Finalmente, se calculó la potencia considerando una eficiencia del 70%, mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{E}{t} \quad (13)$$

$$P = \frac{19\,620 \text{ J}}{16 \text{ s}}$$

$$P = 1,23 \text{ kW}$$

$$P_{\text{real}} = \frac{1,23 \text{ kW}}{0,70}$$

$$P = 1,76 \text{ kW} \cong 2 \text{ kW}$$

Por otra parte, con respecto al diseño de la rampa, se tomó en cuenta a la Norma OSHA 1910.178 [22], la cual tiene, tiene establecido que los montacargas que empleen rampas deben tener una pendiente entre 10 y 12%.

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Altura (h)}}{\text{Longitud (L)}} = \text{tangente} \quad (14)$$

$$\text{Longitud} = \frac{1,25 \text{ metros}}{0,12} = 10,41 \text{ metros}$$

Asimismo, con respecto al ancho de la rampa, se consideró proporcionarle un valor de 2 metros debido a que los camiones tienen un ancho de 2,50 metros.

Respecto a la capacidad de carga, se sumó el peso promedio del trabajador (68,5 kg), el peso del montacargas (3 600 kg), el peso máximo de la mercancía que se podría cargar (1,3 t), por lo que el peso total a cargar resultó 4 968,5 kg. No obstante, se tuvo en cuenta la Norma ISO 18893 [21], se consideró un factor de seguridad de 2, por lo que la capacidad de carga final fue de 9 937 kg.

Para mejorar el lineamiento de la organización del trabajo, se decidió complementar con el manual de procedimientos y capacitaciones en procedimientos estandarizados, de tal forma que los trabajadores tuvieran claras las instrucciones al realizar sus labores.

Respecto al lineamiento de seguridad del apoyo mecánico, se propusieron capacitaciones para el uso de montacargas junto con la rampa y la plataforma elevadora.

Por otra parte, para mejorar la situación del lineamiento referente a EPP, se propuso la compra de EPP como zapatos de seguridad con platilla ortopédica, casco, arnés y línea de vida, capacitación en su uso correcto, así como controles para su uso frecuente según el Art. 60 de la Ley N° 29783.

En cuenta al lineamiento del diseño del puesto de trabajo, se propuso la compra de una plataforma elevadora para trabajo en altura con su respectiva capacitación, plan de mantenimiento preventivo, Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS) y EPP de acuerdo al Art. 60 de la Ley N° 29783; también se propusieron pausas activas, las cuales consistieron en ubicar asientos para descansos, implementar políticas con horarios fijos para realizarlas, capacitaciones en los ejercicios de las pausas activas y calzado con plantilla ortopédica; además se propuso el techado de un área de 728m² del patio de maniobras con malla Raschel al 95%; y se propuso el rediseño de luminarias mediante el Método de Lúmenes, para lo cual se tomó en cuenta que las dimensiones de la oficina del área administrativa eran 4,54 m de largo, 2,83 m de ancho, 2,55 m de altura del local y 1,79 de altura entre el plano y las luminarias.

En primer lugar, se determinó el índice del local (k), utilizando la siguiente fórmula:

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} \quad (15)$$

$$k = \frac{4,54 \times 2,83}{1,79 \times (4,54 + 2,83)}$$

$$k = 0,974$$

Luego se determinó el coeficiente de reflexión del techo el cual era blanco y tuvo un valor de 0,7, de igual forma para las paredes se le asignó un valor de 0,5 y para el suelo se asignó un valor de 0,3 debido a que este último también era claro. Fue así que con el factor de reflexión del techo y de las paredes, que se determinó a través de interpolación un factor de utilización 0,495. Asimismo, se determinó el coeficiente de mantenimiento (Fm) de 0,8 debido a que el ambiente de trabajo en dicha oficina se mantenía limpio.

Posteriormente, se determinaron las luminarias necesarias (N) para lo que se consideró lámparas de 1250 lm cada una y cada luminaria compuesta por una lámpara.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \times \phi_L} \quad (16)$$

$$N = \frac{5089,31 \text{ lm}}{1 \times 1250 \text{ lm}}$$

$$N = 4$$

Con ello se determinó la distribución de las luminarias necesarias para ancho:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{total}} \times \text{ancho}}{\text{largo}}} \quad (17)$$

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{4 \times 2,83}{4,54}}$$

$$N_{\text{ancho}} = 1,58 \approx 2$$

Y de igual forma se determinó la distribución de luminarias necesarias para el largo:

$$N_{\text{largo}} = \frac{N_{\text{ancho}} \times \text{largo}}{\text{ancho}} \quad (18)$$

$$N_{\text{largo}} = \frac{2 \times 4,54}{2,83}$$

$$N_{\text{ancho}} = 3,2 \approx 4$$

Con dichos cálculos, se desarrolló el plano de luminarias mostrado a continuación

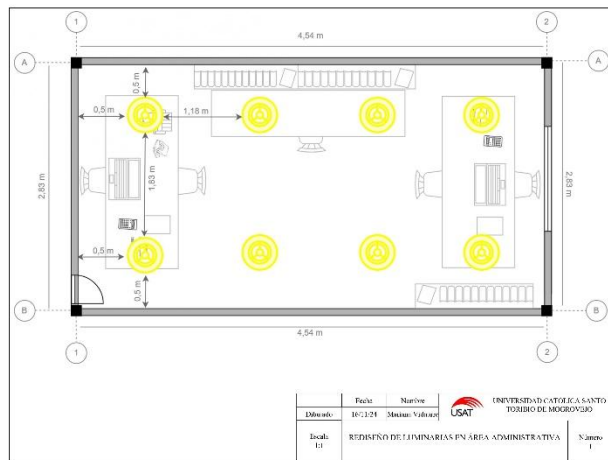


Fig. 7 Plano de redistribución de luminarias

Las propuestas indicadas anteriormente, generaron la reducción de los riesgos laborales. En cuanto al ámbito ergonómico, estudiado en el puesto del operario de carga y descarga, se volvieron a evaluar las actividades a desarrollar dentro del puesto, en donde se descubrió una reducción del nivel de riesgo bajo el método REBA del muy alto o alto a bajo. Y, en lo que respecta a los movimientos repetitivos, se encontró una reducción del riesgo mediante el Checklist OCRA de 15,24 o inaceptable medio a 5,95 o aceptable. Las posturas antes y después de la propuesta se observan en las Fig. de la 8 a la 11.

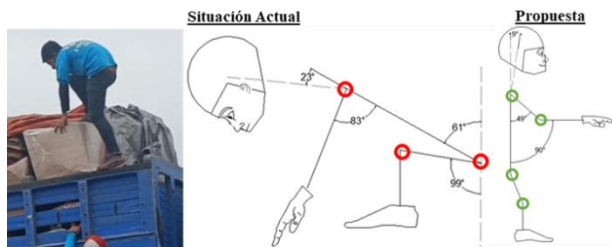


Fig. 8 Posturas antes y después para retiro de toldo

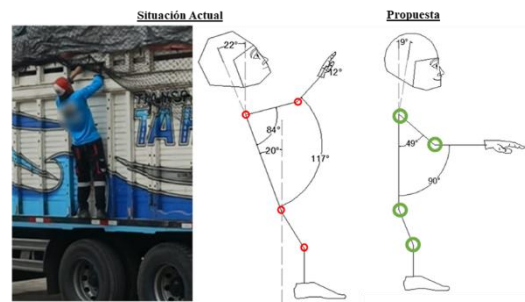


Fig. 9 Posturas antes y después para desamarre de toldo

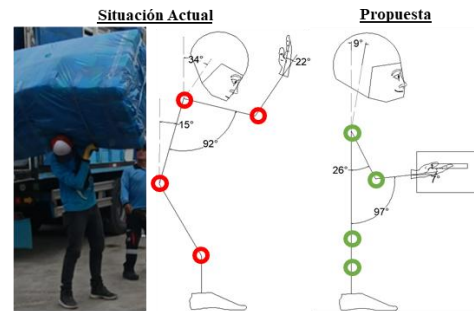


Fig. 10 Posturas antes y después para agarre de mercancía

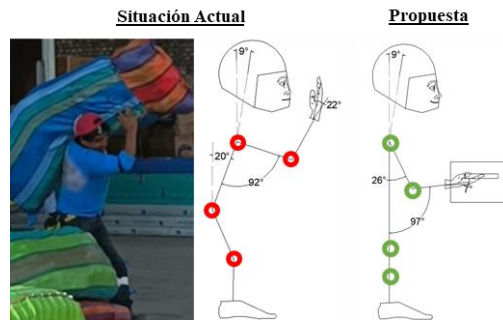


Fig. 11 Posturas antes y después para carga de mercancía

Asimismo, para evaluar el progreso de las demás causas, se realizó la evaluación de riesgo residual de la IPERC, donde pudo identificar que ya no existen riesgos substanciales ni riesgos moderados; mientras que los riesgos triviales se mantuvieron, y los riesgos tolerables aumentaron de 12 a 28.

De igual forma, al aplicar nuevamente la LCE, se obtuvo un 79,69% de cumplimiento, equivalente a 102 lineamientos cumplidos de un total de 128.

Por otra parte, se tomó en consideración el artículo de [23], quienes determinaron la efectividad de las propuestas ergonómicas para mejorar los indicadores de accidentabilidad.

TABLA IV
INDICADORES DE ACCIDENTABILIDAD DESPUÉS DE PROPUESTA DE MEJORA

	2023	Después de propuesta	Variación porcentual
Tasa de ausentismo	0,16	0,003	-98%
Índice de frecuencia	44	2	-95%
Índice de gravedad	160	33,6	-79%

Fuente: Elaboración propia en base a [23]

En lo que concierne al ámbito económico, [23] también cuantificaron la efectividad que tienen las propuestas

ergonómicas para disminuir los costos relacionados a riesgos laborales, con lo cual se identificó que dichos costos pueden reducir un 85%, por lo que los costos pasaron de S/ 37 429 a S/ 1 088,28, lo que representa un ahorro de S/ 36 340,93. Este ahorro fue considerado como los ingresos que la empresa tendría con las propuestas de mejora.

En cuanto a la inversión, comprendió la adquisición de apoyos mecánicos, EPP, el diseño de un espacio de almacenamiento, el rediseño de luminarias del área administrativa, la construcción

de un techo, el diseño de procedimientos y planes de seguridad y la compra de asientos para pausas activas, con un total de S/ 70 523,63. En relación a los egresos, se tuvo un costo anual de S/ 16 500,25; asimismo, acerca de la depreciación de los activos se tuvo un total de S/ 4 433,54 anual. Por su parte, los gastos administrativos ascendieron a S/ 1 500 anuales.

Respecto al cálculo de la TMAR, se calculó teniendo en cuenta la inflación de 2,5% y un nivel de riesgo medio para la inversión.

TABLA V
ESTADO DE RESULTADOS

Año	0	1	2	3	4	5	6	7
Ingresos		S/36 340,93	S/37 431,16	S/38 554,09	S/39 710,72	S/40 902,04	S/42 129,10	S/43 392,97
Costos operativos		S/16 500,25	S/16 995,26	S/17 505,11	S/18 030,27	S/18 571,17	S/19 128,31	S/19 702,16
Depreciación		S/4 433,54	S/4 433,54	S/4 433,54	S/4 433,54	S/4 433,54	S/4 433,54	S/4 433,54
GAV		S/1 500,00	S/1 545,00	S/1 591,35	S/1 639,09	S/1 688,26	S/1 738,91	S/1 791,08
Interés		S/5 768,59	S/4 508,10	S/3 060,56	S/1 398,21			
Utilidad antes de impuestos		S/8 138,56	S/9 949,26	S/11 963,53	S/14 209,61	S/16 209,06	S/16 828,34	S/17 466,20
Impuestos (10%)		S/813,86	S/994,93	S/1 196,35	S/1 420,96	S/1 620,91	S/1 682,83	S/1 746,62
Utilidad después de impuestos		S/7 324,70	S/8 954,34	S/10 767,18	S/12 788,65	S/14 588,16	S/15 145,51	S/15 719,58

FLUJO DE CAJA

Año	0	1	2	3	4	5	6	7
Inversión								
Capital social	S/.28,209.45							
Préstamos a CP y LP	S/.42,314.18							
Total inversión	S/.70,523.63							
Ingresos								
Ventas al contado		S/.36 341	S/.37 431	S/.38 554	S/.39 711	S/.40 902	S/.42 129	S/.43 393
Total ingresos		S/.36 341	S/.37 431	S/.38 554	S/.39 711	S/.40 902	S/.42 129	S/.43 393
Egresos								
Costos Operativos		S/.16 500,25	S/.16 995,26	S/.17 505,11	S/.18 030,27	S/.18 571,17	S/.19 128,31	S/.19 702,16
GAV		S/.1 500,0	S/.1 545,0	S/.1 591,4	S/.1 639,1	S/.1 688,3	S/.1 738,9	S/.1 791,1
Amortización de préstamo		S/.8,494	S/.9,754	S/.11,202	S/.12,864			
Pago Intereses		S/.5,769	S/.4,508	S/.3,061	S/.1,398			
Impuestos (10%)		S/.813,9	S/.994,9	S/.1 196,4	S/.1 421,0	S/.1 620,9	S/.1 682,8	S/.1 746,6
Total egresos		S/.33 076,52	S/.33 797,59	S/.34 555,32	S/.35 352,73	S/.21 880,34	S/.22 550,05	S/.23 239,86
Saldo (después impuestos)		S/.3 264	S/.3 634	S/.3 999	S/.4 358	S/.19 022	S/.19 579	S/.20 153
Saldo final (FNE)	-S/.28 209,45	S/.3 264	S/.3 634	S/.3 999	S/.4 358	S/.19 022	S/.19 579	S/.20 153

VAN	S/ 3 899
TMAR	17,88%

TIR	21,13%
------------	--------

Año	0	1	2	3	4	5	6	7
Ingresos		S/36 340,93	S/37 431,16	S/38 554,09	S/39 710,72	S/40 902,04	S/42 129,10	S/43 392,97
Egresos	S/28 209,45	S/.33 076,52	S/.33 797,59	S/.34 555,32	S/.35 352,73	S/.21 880,34	S/.22 550,05	S/.23 239,86

B/C	1,27
------------	------

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo el VAN positivo de S/ 3 899, lo que indicó que el proyecto es rentable; además, el indicador B/C tuvo un valor de 1,27, por lo que por cada sol invertido se ganan 27 céntimos. En resumen, el proyecto fue viable.

V. DISCUSIONES

Para realizar el diagnóstico de la empresa, se tomaron en cuenta diversas metodologías. Se empezó aplicando la LCE, identificando que solo se cumplía el 31,3% del total de lineamientos, esto contrasta con [6], quien observó el 24% de cumplimiento de los primeros 21 lineamientos; sin embargo, en el presente trabajo solo se observó un 7,5% de cumplimiento. Luego, se utilizó el método REBA, obteniéndose niveles de riesgo medio hasta muy alto con un nivel 2 hasta 4; esto

concuera con [10], [24] y [13] quienes identificaron niveles de riesgo alto y muy alto en el puesto de los estibadores. También se aplicó el Checklist OCRA, obteniéndose un puntaje de 15,24 lo que significa un riesgo inaceptable medio; dicho resultado es mayor al obtenido por [11] con una puntuación de 12,48 inaceptable leve. Con la ecuación de NIOSH se identificó que, en los levantamientos de carga realizados por los operarios en estudio, predomina un nivel de riesgo moderado; este resultado es superado por lo identificado por [6], [11], [24], quienes obtuvieron valores de 3, 3,79, 5,05, respectivamente. De igual forma, se calcularon los indicadores de accidentabilidad, donde se encontró que el índice de frecuencia era 44, el índice de gravedad de 160 y la tasa de ausentismo de 16%; siendo que

esta última superó al valor encontrado por [24] el cual era de 11,20%.

Como resultado de las propuestas, se disminuyó el riesgo identificado con REBA a una puntuación 2 y nivel 1 que significa riesgo bajo, lo cual concuerda con [10]. Por otra parte, en cuanto al Checklist OCRA, se redujo el nivel de riesgo a aceptable con un puntaje de 5,95, el cual concuerda con [11], con un riesgo aceptable de valor 6,56. Con respecto a NIOSH, se disminuyó el IL en 33,08% y 10,90% respectivamente para las dos formas en las que los operarios manipulan la mercancía; dicho resultado se encuentra por debajo de lo obtenido por [11] quien logró una reducción de 56,46%. Dadas dichas reducciones en el nivel de los riesgos, se estimó que la tasa de ausentismo disminuyó en un 98%, el índice de frecuencia en un 95% y el índice de gravedad en un 79%, de acuerdo a lo determinado por [23]; cabe resaltar que la disminución de los dos índices supera lo obtenido por [25] quienes redujeron en un 70%; mientras que la reducción de la tasa de ausentismo se encuentra por encima de [24] quienes tuvieron un valor de 5,6%.

Finalmente, se evaluó la viabilidad económica. En lo que respecta al VAN, se obtuvo un valor de S/3 899, el cual se encuentra por encima de lo obtenido por [13] con un VAN S/ 344, pero a su vez por debajo de lo obtenido por [12] quien tuvo un VAN de S/ 1 550 622,93. Finalmente, el indicador de B/C calculado fue de 1,27 siendo menor al obtenido por [12] con un valor de 8,50.

VI. CONCLUSIONES

En conclusión, a través del rediseño de los puestos de trabajo se logró reducir los riesgos laborales en la empresa de transporte de carga. Específicamente los riesgos substanciales y moderados se convirtieron en su totalidad a tolerables, pasando de 7 a 0 y 9 a 0, respectivamente; por lo que los riesgos en grado tolerable pasaron de 12 a 28, teniendo un aumento del 57,47%. El diagnóstico previo de los puestos de trabajo evidenció 12 causas raíz, entre ellas posturas forzadas, movimientos repetitivos, trabajo en altura sin protección, trabajo de pie prolongado, exposición frecuente a radiación solar, escaso uso de EPP, falta de capacitación, instrucciones de trabajo poco claras, ausencia de área para almacenamiento y trabajo de carga y descarga manual inseguro, además de una iluminación deficiente en el área administrativa. Por lo que se rediseñaron los puestos de trabajo de acuerdo a la jerarquía de control de la matriz IPERC. Finalmente, la evaluación de viabilidad económica quedó demostrada según el resultado de 1,27 para el indicador de Beneficio/Costo (B/C).

AGRADECIMIENTO

Con sincero agradecimiento, expreso mi reconocimiento a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo por su apoyo durante el desarrollo de la presente investigación, así como a los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial por su orientación y asesoramiento. De igual forma, extendiendo mi gratitud a la empresa que permitió el ingreso a sus instalaciones y la utilización de sus datos. La colaboración de cada uno fue fundamental para el logro de esta investigación que buscó generar un impacto positivo en sus colaboradores.

REFERENCIAS

- [1] OIT, «Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo,» Ginebra, 2019.
- [2] COMEXPERU, «COMEXPERU» 28 junio 2024. [En línea]. Available: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/transporte-terrestre-de-carga-crecio-un-46-entre-enero-y-abril-de-2024..>
- [3] IMSS, «Secretaría del Trabajo y Prevención Social» 2023. [En línea].
- [4] F. García Benites y L. d. C. Vallejo Romo, «Análisis de riesgos y accidentes laborales en el transporte terrestre en el Perú» Lima, 2023.
- [5] ELPERUANO, «Sunafil registró 3 053 accidentes de trabajo en el sector de transporte de carga en últimos 17 meses» El Peruano, 17 setiembre 2023.
- [6] F. Sarmiento Ortiz, B. Topón Visarrea, C. Iza, J. Morales y V. León, «Design of a load elevator as a measure to reduce ergonomic» ProQuest, p. 13, 2024.
- [7] S. Wurzelbacher, M. Lampl, S. Bertke y C.-Y. Tseng, «The effectiveness of ergonomic interventions in material handling operations» ScienceDirect, p. 18, 2020.
- [8] J. F. Cajas Torres y C. A. Franco Tipanta, Artistas, Evaluación de los factores de riesgo ergonómico en los procesos operativos de la empresa LIDERSUR - Peralvo García Marco Vinicio. [Art]. Universidad Técnica de Cotopaxi, 2024.
- [9] M. Acevedo Carillo, R. Sayán Acevedo, A. Chinos Mendoza, C. Huerta Calixto, N. Valderrama Marquina y J. Cancho Guisado, «Application of the Hazard Identification and Risk Evaluation Matrix and Controls (IPERC) in the Reduction of Occupational Risks» LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, p. 10, 2024.
- [10] F. Matienzo Cedeño y V. F. Santolalla Martínez, Artistas, Diseño de puestos de trabajo para reducir los riesgos ergonómicos en trabajadores de la empresa de Transportes Santolalla - Casma. [Art]. Universidad César Vallejo, 2021.
- [11] J. C. Maita Villegas, Artista, Eficacia de las medidas de control implementadas para la reducción de los riesgos disergonómicos en los trabajadores de una empresa de Servicios de Estibaje 2024. [Art]. Universidad Tecnológica del Perú, 2024.
- [12] D. A. Molina Dávila, Artista, Evaluación ergonómica y propuesta de mejora de los puestos del área de operaciones en la Empresa de Transportes Herman S.R.L. [Art]. Universidad Católica de Santa María, 2024.
- [13] J. A. Llanto Huaracaya, Artista, Diseño de un programa de intervención ergonómica para la mejora de la salud física de los estibadores de granos y cereales de la empresa Valkor S.R.L. [Art]. Universidad Continental, 2021.
- [14] Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, «Propuesta de Indicador de Accidentabilidad Laboral para Perú» 2019.
- [15] El Peruano, «Ley General de Inspección del Trabajo N° 28806,» Editora Perú, Lima, 2006.
- [16] Comisión de Normalización y Fiscalización, «Norma Técnica Peruana ISO 9612,» Lima, 2010.
- [17] El Peruano «Norma Básica de Ergonomía y evaluación de riesgos disergonómicos RM 375-2008,» 2008.
- [18] El Peruano, «Norma Técnica EM.010,» Lima, 2019.
- [19] ISO, Artista, NTE INEN ISO 11228-1 Levantamiento y transporte de cargas. [Art]. ISO, 2014.
- [20] T. d. F. Laboral, «Resolución N° 151-2021-SUNAFIL/TFL-Primera Sala,» 2021.
- [21] International Organization for Standardization, «Mobile elevating work platforms: Safety principles, inspection, maintenance and operation» 2014.
- [22] OSHA, «Camiones industriales motorizados» 2016.
- [23] R. Goggins, S. Peregrin y G. Nothstein, «Estimating the effectiveness of ergonomics interventions through case studies: Implications for predictive cost-benefit analysis» ScienceDirect, 2008.
- [24] Y. P. Paredes Aguirre y A. Surco Corimanya, Artistas, Análisis de los factores de riesgos disergonómicos para reducir el índice de ausentismo en la empresa ferretera Sikacon S.R.L en Arequipa. [Art]. Universidad Tecnológica del Perú, 2021.
- [25] C. K. Caballero Ríos y C. S. M. Ramos Palomino, Artistas, Aplicación del método REBA para reducir la accidentabilidad de los colaboradores del área operativa en una empresa logística, Callao. [Art]. Universidad César Vallejo, 2022.