

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA ERGONÓMICA EN LOS PUESTOS DE LOS
OPERADORES DE EQUIPOS Y GRÚAS EN UNA EMPRESA PORTUARIA**

Tesis para optar por el **Título de Ingeniero Industrial**, que presenta el bachiller

Mauricio Fabián Olarte Espinoza

ASESOR

Ing. Rau Alvarez, Jose Alan

Lima, Octubre del 2020

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como principal objetivo evaluar y proponer una mejora para los puestos de trabajo de los operadores de grúas pórticas, ya que, en promedio entre el año 2017 y 2018 se estaba reportando entre 6% y 8% de ausentismo mensual debido a lesiones por cargas posturales dentro de sus áreas de trabajo (dolores cervicales y lumbares en su mayoría), y esto perjudica operativamente a la empresa ya que, el muelle no puede operar con su máxima capacidad en estas circunstancias o debe de pagar horas extras al personal para cubrir dichas horas de ausentismo del personal bajo descanso médico.

Para poder solucionar y proponer una mejora acorde a lo necesario para la empresa se utilizaron herramientas ergonómicas como REBA y OWAS los cuales ayudaron a determinar la criticidad de los puestos de trabajo (si las actividades realizadas son riesgosas o no para el cuerpo) mediante ciertos parámetros y valores acorde a las posturas adoptadas, obteniéndose como diagnóstico final la urgencia de realizar el cambio por la propuesta presentada en la investigación, con la finalidad de evitar la continuidad o aumento del porcentaje de ausentismo y de mejorar los índices de productividad de la empresa.

Dentro del análisis se obtuvo que, con la mejora en los puestos de trabajo las ganancias netas gracias al aumento de operatividad se incrementaría en S/. 202, 496,112 lo que representa un 28% más de lo que perciben actualmente. Así también, habrá un ahorro para la empresa por la disminución de ausentismo equivalente a S/. 127, 582,000 el cual era antes destinado a pagar las horas extras al personal que cubría los puestos por descanso médico y el costo por atención médica brindada a los trabajadores que sufrían de las lesiones mencionadas en el presente trabajo.

En síntesis, la propuesta de mejora presentada a lo largo del presente trabajo ofrece beneficios tanto para el personal como para la empresa, dando una solución viable a corto plazo y que brinda resultados positivos desde el primer año.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE ANEXOS	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO REFERENCIAL	3
1.1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1.1 <i>Definición de Ergonomía</i>	3
1.1.2 <i>Factores Humanos</i>	6
1.1.3 <i>Antropometría</i>	6
1.1.4 <i>Fisiología</i>	8
1.1.5 <i>Biomecánica</i>	17
1.1.6 <i>Metodologías para la evaluación ergonómica en puestos de trabajo</i>	17
1.2 MARCO METODOLÓGICO.....	19
1.2.1 <i>Metodología de desarrollo de tesis</i>	19
1.2.2 <i>Metodología del diagnóstico y evaluación de actividades</i>	20
1.2.3 <i>Metodología de evaluación ergonómica</i>	20
1.3 MARCO NORMATIVO.....	24
1.3.1 <i>Normativa ergonómica</i>	24
1.3.2 <i>Normativa de seguridad</i>	25
CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ACTIVIDADES PRINCIPALES	28
2.1 DESCRIPCIÓN Y SITUACIÓN DE LA EMPRESA	28
2.1.1 <i>Sector y actividad económica</i>	28
2.1.2 <i>Perfil organizaciones y principios empresariales</i>	30
2.1.3 <i>Organización y definición de áreas y unidades orgánicas</i>	31
2.1.4 <i>Descripción de los procesos dentro del área productiva y algunos indicadores de productividad</i>	33
2.1.5 <i>Recursos Humanos, Instalaciones y Maquinaria de la Empresa</i>	35
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL CASO EN ESTUDIO.....	38
3.1. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL	38
3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO	38
3.3. SELECCIÓN DEL ÁREA, PROCESOS, PUESTOS DE TRABAJO Y ACTIVIDADES RELEVANTES.....	41
3.4 EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LOS PUESTOS CRÍTICOS.....	50
CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE LAS PROPUESTAS Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	64
4.1. MEJORA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO.....	64
4.2. EVALUACIÓN ERGONÓMICA DEL NUEVO PUESTO DE TRABAJO	71
4.3. IMPACTO SOCIAL.....	73
4.4. IMPACTO EN LA EMPRESA Y LA PRODUCTIVIDAD	73
4.5. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	75
CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA	77
5.1. COSTOS DE INVERSIÓN.....	77

5.1.1. Costos incurridos por inversión en las mejoras propuestas.....	77
5.2. CÁLCULO DE AHORROS POR PREVENCIÓN DE DESCANSOS MÉDICOS Y HORAS EXTRAS.....	79
5.3. CÁLCULO DE FUTURAS GANANCIAS POR LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS PROPUESTAS.....	81
5.4. FLUJO DE CAJA.....	83
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
ANEXOS.....	88



Índice de Tablas

Tabla 1.1 Medidas Básicas de mediciones antropométricas	8
Tabla 1.2 Clasificación del metabolismo por tipo de actividad	10
Tabla 1.3 Clasificación de metabolismo según la profesión	11
Tabla 1.4 Consumo metabólico en función de la actividad	11
Tabla 1.5 Consumo metabólico según la postura	13
Tabla 1.6 Consumo metabólico según el tipo de actividad	13
Tabla 1.7 Coeficientes de Penosidad	15
Tabla 1.8 Valoración de las puntuaciones de penosidad según FRIMAT	16
Tabla 1.9 Valoración según CHAMOUX	16
Tabla 1.10 Niveles de actuación según Puntuación Final del método REBA	22
Tabla 1.11 Esquema de codificación de las posturas observadas	23
Tabla 1.12 Codificación de las posturas según OWAS	23
Tabla 2.1 Rol del personal	35
Tabla 3.1 Ponderación de criterios para elección de área	42
Tabla 3.2 Áreas ordenadas por promedio de ponderación	43
Tabla 3.3 Porcentaje de colaboradores por función del trabajador	44
Tabla 3.4 Tabla de actividades por Zona	46
Tabla 3.5 Zonas de operaciones calificadas	47
Tabla 3.6 Problemas y Causas presentes en el puesto de trabajo	50
Tabla 3.7 Tabla A y carga/fuerza	52
Tabla 3.8 Tabla B y Agarre	53
Tabla 3.9 Tabla C y puntuación de la actividad	53
Tabla 3.10 Tabla de riesgos y acción	54
Tabla 3.11 Tabla: Evaluación de la postura básica	55
Tabla 3.12 Tabla: Evaluación postura secundaria	56
Tabla 3.13 Codificación de espalda y brazos	57
Tabla 3.14 Codificación de piernas	58
Tabla 3.15 Clasificación de las categorías de riesgo de los "códigos de postura"	59
Tabla 3.16 Clasificación de las categorías de riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa	59
Tabla 3.17 Tabla de categoría de riesgo y acciones correctivas	60
Tabla 3.18 Evaluación OWAS de la postura básica	61
Tabla 3.19 Evaluación OWAS para la postura secundaria	62
Tabla 3.20 Resumen de la evaluación ergonómica	63
Tabla 4.1 Medidas Antropométricas mínima y máxima de los operadores	66
Tabla 5.1 Costos Incurridos por Inversión en las Mejoras	78
Tabla 5.2 Cálculo de costo de implementación	78
Tabla 5.3 Costo x Hora Hombre	79
Tabla 5.4 Horas de Ausentismo estimado, 2019	80
Tabla 5.5 Cálculo de Costo Total por atención médica y reemplazo de personal	80
Tabla 5.6 Movimientos por Hora	81
Tabla 5.7 Ganancia por Movimiento Unitario y según tamaño de carga	81
Tabla 5.8 Cálculo de ganancias	82
Tabla 5.9 Ganancia por implementación de mejoras	82

Índice de Figuras

Figura 1.1 Objetivos de la Ergonomía	4
Figura 1.2 Medidas Antropométricas	7
Figura 2.1 Servicios de la empresa	29
Figura 2.2 Organigrama de la empresa	31
Figura 2.3 Software N4 Navis.....	37
Figura 3.1 Grúa RTG y puesto de trabajo	39
Figura 3.2 Grúa QC y su puesto de trabajo.....	39
Figura 3.3 Gráfica Pareto: Elección del área	43
Figura 3.4 Gráfica de Pareto: Porcentaje de Trabajadores.....	44
Figura 3.5 Gráfica Pareto: Procesos del área	47
Figura 3.6 Ausentismo 2017 de los puestos de operaciones.....	48
Figura 3.7 Ausentismo 2018 de los puestos de operaciones.....	49
Figura 3.8 Indicadores Grupo A	51
Figura 3.9 Indicadores REBA Grupo B	52
Figura 3.10 Posturas en las grúas QC y RTG.....	54
Figura 3.11 Operador en postura básica de operación	60
Figura 3.12 Operador en postura secundaria.....	62
Figura 4.1 Alturas referenciales de la espalda	65
Figura 4.2 Dimensiones Antropométricas	66
Figura 4.3 Imagen referencial del asiento mejorado	67
Figura 4.4 Cámara de largo alcance	69
Figura 4.5 Cámara de video	69
Figura 4.6 Monitor de visualización	70
Figura 4.7 Monitor de visualización	71
Figura 4.8 Consecuencias mala adaptación ergonómica y su relación con la antigüedad del puesto de trabajo.....	74
Figura 4.9 Plan de Implementación.....	75
Figura 4.10 Tiempo de Implementación de mejoras	76
Figura 5.1 Flujo de Caja del Proyecto	83

Índice de anexos

Anexo 1 Matriz y tablas para la aplicación del método FINE	88
Anexo 2 Flujograma de los procesos principales	89



Introducción

El presente estudio se desarrolla con el objetivo de poder identificar y evaluar los riesgos ergonómicos a los que están sometidos los operadores de grúas en un puerto durante sus actividades diarias en las cuales deben permanecer durante varias horas consecutivas en posiciones poco cómodas y que les ocasionan daños a la salud. Además, las tareas que los operadores realizan les exige una alta concentración y precisión lo cual lleva también a un cansancio tanto físico como mental. La empresa sobre la cual se basará el presente trabajo ofrece servicios marítimos y portuarios (amarre, estiba, descarga y manipuleo de las cargas), es muy reconocida a nivel regional, llevando 13 años en el rubro, con excelentes resultados y gran reconocimiento. Debido a esto, es que se ha recopilado la información más relevante de la empresa, compilado datos relevantes a las actividades e investigado íntegramente el área para un mejor estudio y poder determinar de una mejor manera las propuestas más efectivas con el objetivo de poder reducir y prevenir los riesgos ergonómicos ofreciendo un área mucho más amigable a los operadores y aumentar de esta manera su eficiencia en el trabajo.

En el capítulo 1, referente al marco referencial, se describe también el marco metodológico en el cual se explican los conceptos y definiciones de la ergonomía, el procedimiento y las herramientas que se utilizarán en el presente estudio, además de la normativa legal que se debe cumplir para realizar buenas prácticas.

En el capítulo 2, se presenta una descripción general de la empresa donde se está realizando el estudio, se describe también las características más relevantes del área en el que se está realizando el estudio, como sus principios, condiciones de trabajo, maquinaria, y un resumen detallado del proceso productivo a evaluar. Asimismo, se presentan casos similares de estudios realizados, con el fin de poder tener en cuenta las metodologías usadas para desarrollar este proyecto.

En el capítulo 3, se desarrolla el diagnóstico y evaluación de las actividades de los puestos de trabajo utilizando las herramientas ergonómicas. Además, se determinarán las actividades críticas del proceso para así realizar el diagnóstico de acuerdo a las metodologías de evaluación ergonómica.

En el capítulo 4, se desarrollarán detalladamente las propuestas de mejora acorde a los resultados obtenidos del capítulo anterior y poder reducir los riesgos ergonómicos que hayan sido identificados. De esta manera, se realizará una evaluación para poder verificar si las propuestas logran mejoras en los puestos de trabajo y también se realizará el plan de implementación el cual contendrá el tiempo que toma realizar cada uno de los procesos y el orden de aplicación.

Finalmente, en el capítulo 5, se formulan las conclusiones y plantean las recomendaciones respecto a las mejoras propuestas por el caso de estudio para así observar el impacto que logra en la empresa y similares en el país o región.



CAPÍTULO 1. MARCO REFERENCIAL

En este primer capítulo el cual está dividido en 3 partes: Marco Teórico, Marco Metodológico y Marco Normativo, se definirán, de una manera más detallada, los conceptos más relevantes sobre la ergonomía para poder abarcar de una manera completa el caso de estudio, se describirá la metodología a utilizar con procedimientos claros y ordenados. Además, se definirán las herramientas apropiadas para el estudio, así como las normativas correspondientes a cumplir.

1.1. Marco Teórico

Para desarrollar de la mejor manera el presente estudio se debe comenzar conociendo y entendiendo los conceptos más relevantes del tema, por lo que se explicará lo que es la ergonomía y todos los conceptos relacionados a ella. De igual manera, se explicará el procedimiento y las herramientas que se utilizarán para las evaluaciones posteriores. A continuación, se desarrollarán dichos temas con mayor detalle y profundización.

1.1.1 Definición de Ergonomía

Si queremos definir la ergonomía etimológicamente; es decir, su significado según la raíz de sus palabras, encontramos que proviene de dos vocablos griegos “ergo”, que significa trabajo, y “nomos”, que hace referencia a las leyes; entonces se entiende por ergonomía como las leyes que rigen el trabajo.

Por otro lado, según la Real Academia Española, se define como “Estudio de la adaptación de las máquinas, muebles y utensilios a la persona que los emplea habitualmente, para lograr una mayor comodidad y eficacia” (RAE, 2017).

Otra definición que nos ayuda a entender sobre lo que reúne la ergonomía nos la brinda la Asociación Internacional de la Ergonomía. “La ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona” (International Ergonomics Association, 2017).

Es importante entender la relación que guardan, en este caso, hombre y máquina y como además el entorno afecta la calidad de trabajo, la eficiencia y la productividad. La ergonomía y todos los conceptos que engloba son relevantes ya que dependerá de ellos la mejora en el rendimiento total de la empresa. Se puede observar en la figura 1.1 lo recién explicado.

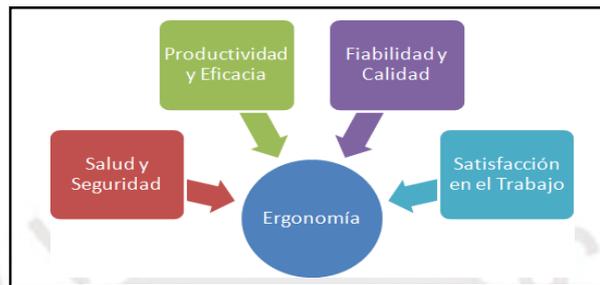


Figura 1.1 Objetivos de la Ergonomía

Fuente: Salazar (2018)

Según la Asociación Española de Ergonomía en su versión más actualizada (AEE 2008) la ergonomía presenta la siguiente clasificación:

- Ergonomía biométrica: Según Vanegas (2005), estudia aquellos aspectos relacionados con el confort postural, operatividad, para los cuales toma data obtenida por mediciones antropométricas y evaluaciones de biomecánica.
- Ergonomía ambiental: Tiene como objetivo la actuación sobre los contaminantes ambientales existentes en el puesto de trabajo con el fin de conseguir una situación confortable. Según a Llanea (2009), consiste en la obtención de información sobre los resultados del comportamiento de variables ambientales que producen las personas durante el desarrollo de sus actividades, tanto en entornos naturales como artificiales y tanto físicos como psicosociológicos. Además, según González (2008), estos son los factores más relevantes que afectan el sistema: Temperatura, Iluminación y el ruido; la falta de orden e higiene puede impactar de manera negativa en el desarrollo de las

actividades del personal perjudicando la efectividad de las mismas. La finalidad de esta ergonomía es velar por un ambiente que permite el desempeño máximo de las personas y a la vez disminuir las limitaciones durante el desarrollo de sus actividades.

- Ergonomía cognitiva: Esta ergonomía hace referencia a cómo una persona conoce y actúa. Según Cañas (2018) para poder realizar su tarea una persona tiene que percibir los estímulos del ambiente, recibir información de otras personas, decidir qué acciones son las apropiadas, llevar a cabo estas acciones, transmitir información a otras personas para que puedan realizar sus tareas, entre otras.
- Ergonomía preventiva: Según un artículo escrito por García y Ramos para el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), es el área de la ergonomía que trabaja en íntima relación con las disciplinas encargadas de la seguridad e higiene en las áreas de trabajo.
- Ergonomía de concepción: Es un modelo de aplicación ergonómica preventiva que se desarrolla durante la concepción del diseño. La ergonomía y el diseño van de la mano, y adquieren un enfoque sistémico donde se interrelacionan de tal manera que se aproxima a los comportamientos y distintas situaciones durante el desarrollo de los productos. (Saravia, 2006).
- Ergonomía específica: Este tipo de ergonomía se encarga de estudiar minusvalías, discapacidad, así como el estudio de micro entornos autónomos (aeroespacial). (González, 2007). También, según Vanegas (2005), consiste en diseños que se elaboran para grupos cuyos miembros no pueden ser tratados de manera general, debido a que presentan características y condiciones particulares, como, por ejemplo, discapacidad, población infantil, etc.

- Ergonomía correctiva: Es aquella que trata de modificar objetos, sistemas o ambientes ya existentes que no funcionan adecuadamente y están ocasionando problema al recurso humano del sistema (Callejón, 2009).

1.1.2 Factores Humanos

Es fundamental estudiar también los factores humanos ya que se puede entender de mejor manera el comportamiento del ser humano dentro del ámbito laboral y así poder llegar a mejores resultados para una mejor propuesta. El factor más importante dentro del presente estudio, son los fisiológicos.

Los factores fisiológicos son todos aquellos factores biológicos que alteran al ser humano como ser dinámico. Es en base a estos factores que se analizan, estudian y miden las capacidades y conductas del ser humano en el entorno laboral. Por otro lado, con ayuda de la ergonomía se evalúan estos factores mediante el estudio de la antropometría y la biomecánica.

1.1.3 Antropometría

La antropometría se encarga de dimensionar las partes anatómicas del ser humano. Esta disciplina se basa en el estudio de las dimensiones físicas y proporciones del cuerpo humano con el objetivo de aplicar los datos y resultados obtenidos al entorno laboral.

Según Arellano (2009) la antropometría es la ciencia de la determinación y aplicación de las medidas de cuerpo humano, tanto en reposo como en movimiento; estas medidas están determinadas por la longitud de los huesos, músculos y de la forma de las articulaciones. En base a lo mencionado por Arellano, se puede concluir que existen dos tipos o clases de antropometría, la estática y la dinámica.

Entonces, cuando la zona donde opera el trabajador no se adecua a las dimensiones físicas del mismo, esto provoca esfuerzos innecesarios generando fatiga en determinados grupos musculares y diferentes dolencias, además de disminuir la productividad, aumentan las

probabilidades de error, disminuye la calidad y aumento el número de accidentes de trabajo, (revista EIA, pp. 47-59, 2018).

Las dimensiones del cuerpo humano son de dos tipos: estructurales y funcionales. Las estructurales son de la cabeza, tronco y extremidades en posición de pie o sentados. Mientras que las funcionales o también llamadas dinámicas son aquellas en donde está involucrado el movimiento realizado por el cuerpo en una actividad específica (Yáñez, 2009b).

De acuerdo a la información mostrada en párrafos anteriores, el tipo de antropometría que aplicaríamos al presente caso de estudio es la antropometría estática, ya que, el área de trabajo donde el operador realiza sus actividades es una cabina cerrada en donde se encuentra sentado, y las partes del cuerpo que se ven comprometidas en el trabajo son los mencionados dentro de esta clase de antropometría. En la siguiente tabla y gráfico podemos observar las medidas a tener en cuenta para los posteriores análisis ergonómicos.

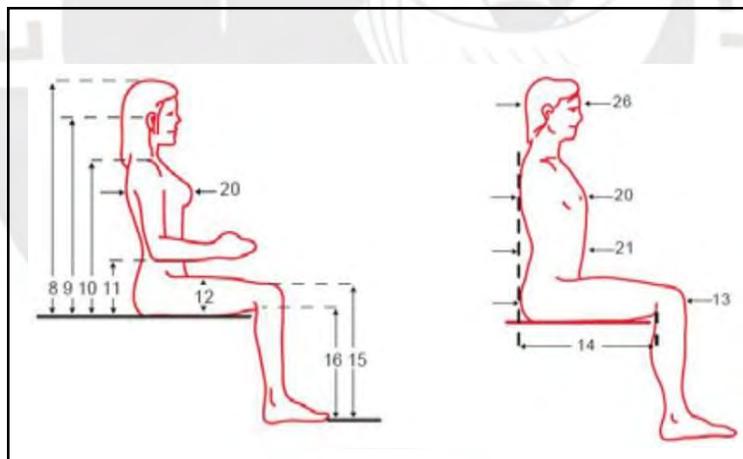


Figura 1.2 Medidas Antropométricas

Fuente: [Ide@s CONCYTEG] Núm. 48, 2009

Tabla 1.1 Medidas Básicas de mediciones antropométricas

1	Estatura	10	Altura de hombros sentado
2	Altura de los ojos	11	Altura de codo sentado
3	Altura de los hombros	12	Altura de muslo
4	Altura del codo	13	Distancia sacro-rotula
5	Altura de la cadera	14	Longitud poplítea
6	altura de los nudillos	15	Altura de rodilla
7	Altura de la punta de los dedos	16	Altura poplítea
8	Altura sentado	20	Anchura de pecho
9	Altura de ojos sentado	21	Anchura abdominal

Fuente: [Ide@s CONCYTEG] Núm. 48, 2009

Con la ayuda de estos datos y el correcto análisis de cada uno de ellos, se podrá definir las adecuadas dimensiones antropométricas que deberá de tener los sitios en donde los operadores desarrollan sus labores.

1.1.4 Fisiología

Según Navarro (2015), la fisiología del trabajo estudia y analiza el metabolismo energético del ser humano a la hora de realizar un trabajo o actividad. Dicho de otra manera, estudia el consumo metabólico del cuerpo humano durante la realización de un trabajo. Así, debe de tenerse en cuenta que, cada trabajo y cada tarea conlleva un gasto energético o un consumo metabólico distinto.

El metabolismo del ser humano se basa en la obtención de energía por la ingesta de y degradación de alimentos, mediante la transformación de estos usando el oxígeno como combustible, es decir, transformamos la energía química en energía mecánica necesaria para poder realizar nuestras actividades diarias, entre ellas, las del trabajo. Este gasto energético se expresa normalmente en unidades de energía y potencia: kilocalorías (kcal), joule (J), y

watios (w). (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España). La equivalencia entre las mismas es la siguiente:

- $1\text{kcal} = 4,184\text{ kJ}$
- $1\text{kcal/h} = 1,161\text{ w}$
- $1\text{kcal/h} = 0,644\text{ w/m}^2$
- $1\text{w/m}^2 = 1,553\text{ kcal/h}$

El gasto energético asociado al desarrollo de una actividad laboral puede ser determinado o calculado por dos métodos que son los principales: la utilización de tablas metabólicas y mediante la medición de varios parámetros fisiológicos. Llana (2008)

a) Tablas de consumo metabólico: La estimación del consumo metabólico mediante este método ofrecen menor precisión que los basados en variables fisiológicas; sin embargo, este método se caracteriza por su sencillez y rapidez de aplicación. Su utilización implica tener que suponer que las acciones generadoras del gasto energético y la población que sirve de base para la elaboración de las tablas Llana (2008).

a.1) Consumo metabólico en función al tipo de actividad

Se puede clasificar el consumo metabólico en reposo, ligero, moderado, pesado o muy pesado. El término numérico que se obtiene representa solo el valor medio dentro de un intervalo muy amplio. Este método permite obtener de manera rápida el valor aproximado de metabolismo. En la siguiente tabla se presenta la clasificación y el consumo promedio por cada tipo.

Tabla 1.2 Clasificación del metabolismo por tipo de actividad

Clase/Tipo de actividad	Rango de la tasa metabólica W/m ²
Reposo	55 – 70
Ligero (trabajos con movimientos leves de las extremidades)	71 – 130
Moderado (trabajo con carga medianamente pesadas)	131 - 200
Elevado (trabajo intenso de las extremidades, cargas pesadas, conducción a velocidades medias)	201 - 260
Muy elevado (marcha rápida, trabajo muy intenso)	>260

Fuente: INSHT de España, 2014

Elaboración Propia

a.2) Consumo metabólico según la profesión

El consumo metabólico es obtenido usando las tablas; sin embargo, los datos extraídos de estas tablas son demasiado imprecisos. El principal defecto es no tener en cuenta los avances tecnológicos que hacen variar las actividades físicas asociadas a las distintas profesiones. Llana (2006)

Tabla 1.3 Clasificación de metabolismo según la profesión

Profesión	Metabolismo W/m ²	Profesión	Metabolismo W/m ²	Profesión	Metabolismo W/m ²
ARTESANOS		INDUSTRIA SIDERÚRGICA		IMPRENTA	
Albañil	110 a 160	Obrero de altos hornos	170 a 220	Compositor manual	70 a 95
Carpintero	110 a 175	Obrero de horno eléctrico	125 a 145	Encuadernador	75 a 100
Vidriero	90 a 125	Moldeador a mano	140 a 240	AGRICULTURA	
Pintor	100 a 130	Moldeador a máquina	105 a 165	Jardinero	115 a 190
Panadero	110 a 140	Fundidor	140 a 240	Conductor de tractor	85 a 110
Carnicero	105 a 140	FERRETERÍA Y CERRAJERÍA		CIRCULACIÓN	
Relojero	55 a 70	Herrero forjador	90 a 200	Conductor de coche	70 a 90
INDUSTRIA MINERA		Soldador	75 a 125	Conductor de autocar	75 a 125
Empujador de vagones	70 a 85	Tornero	75 a 125	Conductor de tranvía	80 a 115
Picador de hulla (estratificación base)	140 a 240	Fresador	80 a 140	Conductor de trolebús	80 a 125
Obrero de horno de coque	115 a 175	Mecánico de precisión	70 a 110	Conductor de grúa	65 a 145
				PROFESIONES DIVERSAS	
				Laborante	85 a 100
				Profesor	85 a 100
				Vendedora	100 a 120
				Secretaria	70 a 85

Fuente: INSHT de España, 2014

a.3) Consumo metabólico en función de la actividad

Estas tablas son mucho más precisas que las anteriores debido a que, para poder aplicarlas debe de realizarse una adecuada y completa inspección del puesto de trabajo. Llana (2006)

Tabla 1.4 Consumo metabólico en función de la actividad

Actividad	Consumo metabólico (W/m ²)
<i>Construcción:</i>	
Mezclar cemento.	155
Verter hormigón para hacer cimientos.	275
Compactar hormigón por vibración.	220
Formar el molde.	180
Cargar una carretilla con piedras y mortero.	275
<i>Trabajo doméstico:</i>	
Limpiar la casa.	150
Cocinar.	105
Fregar platos.	145
Lavar a mano y planchar.	170
Bañarse, lavarse y vestirse.	100
<i>Agricultura:</i>	
Cavar con una pala.	380
Arar con tractor.	170
Sembrar con las manos.	280
Sembrar con tractor.	95
<i>Industria del hierro y del acero:</i>	
Moldear piezas de tamaño medio.	285
Golpear con martillo neumático.	175
Moldear pequeñas piezas.	140

Fuente: Llana, 2006

a.4) Consumo metabólico a partir de los componentes de la actividad

Son las tablas de gasto energético más completas. El cálculo del consumo metabólico se realiza con el estudio de diferentes actividades que realizan los trabajadores dentro de su área. Su valor es la suma ponderada de los siguientes parámetros: consumo metabólico basal, consumo metabólico para la postura del cuerpo, consumo metabólico por el tipo de actividad y el consumo metabólico por el movimiento del cuerpo relacionado con la velocidad del trabajo. Llana (2006).

a.3.1) Metabolismo Basal

Es el consumo energético necesario para mantener las funciones vegetativas (respiración, circulación, etc.). El metabolismo basal va en función del peso, la altura, la edad y el sexo del individuo que realiza la actividad. Se puede considerar como valores aproximados 44 W/m² para hombres y 41 W/m² para las mujeres. Llana (2006)

Para el cálculo de la tasa metabólica basal existen varias fórmulas, pero la más conocida y precisa es la propuesta por Harris-Benedict.

- Para los hombres es de la siguiente manera:

$$\text{TMB (hombres)} = (10 \times \text{peso en kg}) + (6.25 \times \text{altura en cm}) - (5 \times \text{edad en años}) + 5$$

- Mientras que para las mujeres:

$$\text{TMB (mujeres)} = (10 \times \text{peso en kg}) + (6.25 \times \text{altura en cm}) - (5 \times \text{edad en años}) - 161$$

a.3.2) Componente postural

Se trata del gasto energético relativo a la postura que el trabajador adopta al realizar su actividad (de pie, sentado, etc.). Llana (2009)

En la siguiente tabla podemos observar el consumo metabólico según la postura.

Tabla 1.5 Consumo metabólico según la postura

Postura del cuerpo	Consumo metabólico (W/m ²)
Sentado.	10
De rodillas.	20
Agachado.	20
De pie.	25
De pie inclinado.	30

Fuente: Llaneza, 2009

a.3.3) Componente del tipo de actividad

Es el consumo energético producido a causa del tipo de trabajo realizado (manual, con un brazo, con el tronco, etc.) y de la intensidad con el que este se desarrolla (ligero, moderado, pesado, etc.). En la siguiente tabla podemos observar el consumo metabólico según las situaciones mencionadas en las que el operador se encuentre.

Tabla 1.6 Consumo metabólico según el tipo de actividad

Tipo de trabajo	Consumo metabólico (W/m ²)
<i>Trabajo con las manos:</i>	
Ligero.	15
Medio.	30
Pesado.	40
<i>Trabajo con un brazo:</i>	
Ligero.	35
Medio.	55
Pesado.	75
<i>Trabajo con dos brazos:</i>	
Ligero.	65
Medio.	85
Pesado.	105
<i>Trabajo con el tronco:</i>	
Ligero.	125
Medio.	190
Pesado.	280
Muy pesado.	390

Fuente: Llaneza, 2009

b) Determinación del consumo metabólico mediante la medición de parámetros fisiológicos:

En el método de determinación de consumo metabólico, los parámetros que se utilizan para la valoración de la carga física son: el basado en el consumo de oxígeno y el de la frecuencia cardiaca.

En el primer caso del consumo de oxígeno derivado de la actividad física y conociendo el valor calorífico de este elemento (20.1 kJ/Lt.) se puede conocer el gasto energético que ha generado la actividad realizada por el operador o personal. El inconveniente principal de usar este método es el hecho de tener que usar el engorroso instrumental para realizar las mediciones y cálculos necesarios lo que dificulta que tanto las empresas como los trabajadores rechacen en primera instancia este método. Un ejemplo de aplicación del consumo de oxígeno es la bolsa de Douglas, que consiste en que el sujeto de evaluación lleve en el rostro una bolsa y una boquilla en la cual espira el aire, que luego es medido por un gasómetro, analizando el contenido de oxígeno, anhídrido carbónico y nitrógeno que trae dentro. Llana (2009)

En caso resulte demasiado incómodo el hecho de andar con un estilo de mascarilla en el rostro, se opta por el método indirecto del consumo de oxígeno, mediante la frecuencia cardiaca. Se sabe que cuando un sujeto realiza una actividad existe una relación lineal entre la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno. De esta manera, siempre y cuando las condiciones a las que el operador este sujeto sea neutras, las mediciones (realizadas por un frecuencímetro o pulsímetro) obtenidas serán fiables para el cálculo del consumo energético. Llana (2009)

Los principales parámetros asociados a la frecuencia cardiaca son:

- Frecuencia cardiaca basal (FCB): la moda obtenida en reposo por un periodo de 10 minutos
- Frecuencia cardiaca máxima (FC_{máx}): el registro máximo durante el periodo de medición
- Frecuencia cardiaca máxima teórica (FC_{máx t}): A partir de la expresión $FC_{máx} = 220 - \text{edad}$
- Frecuencia cardiaca media (FCM): frecuencia media durante el tiempo de registro

- Incremento de la frecuencia cardiaca (ΔFC): La diferencia entre frecuencia máx. y la media
- Coste cardiaco absoluto (CCA): coste físico de ciertas exigencias físicas: $CCA = FCM - FCB$
- Coste cardiaco relativo (CCR): adaptación física del sujeto expresado: $CCR / (FCmáx t - FCB)$

Se mencionan dos métodos que nos permiten determinar el coste físico de una actividad, atendiendo los parámetros recién explicados. Indirectamente se clasificarán los puestos de trabajo según su carga de trabajo.

b.1) Criterio de FRIMAT

Permite valorar la carga física a fases cortas del ciclo de trabajo. Para usar este criterio es necesario conocer las siguientes variables: FCM, ΔFC , FCmáx., CCA y CCR. En la siguiente tabla podemos observar los valores de penosidad según los valores de los parámetros mencionados.

Tabla 1.7 Coeficientes de Penosidad

Variables	Coeficientes de penosidad				
	1	2	4	5	6
FCM	90-94	95-99	100-104	105-109	> 110
ΔFC	20-24	25-29	30-34	35-39	> 40
FCMáx.	110-119	120-129	130-139	140-149	> 150
CCA	10	15	20	25	30
CCR	10%	15%	20%	25%	30%

Fuente: Llaneza, 2009

Además, luego de obtener los coeficientes de penosidad por cada uno de los parámetros, estos son sumados para determinar y/o valorar la carga de trabajo a la que el operador está sometido en la realización de su actividad. En la siguiente tabla podemos observar la valoración según la puntuación total de penosidad. Llaneza (2009)

Tabla 1.8 Valoración de las puntuaciones de penosidad según FRIMAT

Puntos	Valoración
25	Extremadamente duro
24	Muy duro
22	Duro
20	Penoso
18	Soportable
14	Ligero
12	Muy ligero
≤ 10	Carga física mínima

Fuente: Llaneza, 2009

b.2) Criterio de CHAMOUX

Es utilizado para valorar de forma global la carga física de un puesto de trabajo durante una jornada laboral normal (8 horas consecutivas). Es necesario conocer los costes absolutos y relativos (CCA y CCR). En la siguiente tabla se muestra la valoración según Chamoux. Llaneza (2009)

Tabla 1.9 Valoración según CHAMOUX

CCA		CCR	
0-9	Muy ligero	0-9	Muy ligero
10-19	Ligero	10-19	Ligero
20-29	Moderado	20-29	Muy moderado
30-39	Pesado	30-39	Moderado
40-49	Muy pesado	40-49	Algo pesado
		50-59	Pesado
		60-69	Intenso

Fuente: Llaneza, 2009

1.1.5 Biomecánica

Para Mondelo (2001), la biomecánica es el estudio matemático de las fuerzas y sus efectos sobre la anatomía del ser humano, siendo el objetivo de estudio la forma en que el organismo ejerce fuerza y genera movimiento. Definida como el estudio de la interacción física del trabajador con sus herramientas, equipos y maquinaria con el objetivo de mejorar el rendimiento del trabajador, así como minimizar las probabilidades de riesgos ergonómicos.

De una forma más particular, Francisco Navarro (2015), menciona en una revista virtual (*revista digital INESEM*), la biomecánica ocupacional, como la disciplina que se encarga del estudio del comportamiento del cuerpo humano en el trabajo. La biomecánica se apoya tanto en la fisiología como en la antropometría, y su contribución dentro de la ergonomía ha favorecido el haber diseñado las mejores condiciones posibles en relación con las posturas, los movimientos y los esfuerzos en el trabajo.

Navarro menciona también que el verdadero objetivo de la biomecánica ocupacional, se centra en la reducción y minimización de la enorme cantidad de dolencias y lesiones derivadas de los sobreesfuerzos en el trabajo, malas posturas, y los micro-traumatismo ocasionados por movimientos repetitivos.

1.1.6 Metodologías para la evaluación ergonómica en puestos de trabajo

A continuación, se presentarán y explicarán las metodologías más recomendadas y utilizadas para la evaluación de puestos de trabajo consideradas según Asencio-Cuesta (2012) respecto a su campo de utilización:

RULA: El método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) fue creado con el objetivo de evaluar la exposición de los operarios a factores de riesgo ergonómico que ocasionan trastornos musculoesqueléticos causados por posturas adoptadas, repetitividad de movimientos y sobre esfuerzos en los miembros superiores del cuerpo. La aplicación del método consiste en observar las actividades que realiza el operador y mediante capturas fotográficas, se miden los ángulos que adopta en cada una de sus posturas.

REBA: El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) permite el análisis de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo como el brazo, antebrazo, muñeca, el tronco y el cuello. También toma en cuenta factores como la carga o fuerza manejada, o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. Este método permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas y analiza también los cambios repentinos de postura o posturas poco estables. Para su correcta aplicación se deberá de seleccionar las posturas más comunes, ya sea por su repetición o por la inseguridad que genera, se procede a dividir las partes del cuerpo en dos grupos A y B. El grupo A está conformado por el tronco, cuello y piernas, mientras que el grupo B conforma el brazo, antebrazo y muñeca, para ambos grupos se realizan puntuaciones para luego sumarlos y obtener una puntuación C. Con el resultado final se debe de realizar una consulta de acción, riesgo y urgencia de la actuación correspondiente.

OWAS: El método OWAS (Ovako Working Analysis System) es un método sencillo destinado al análisis ergonómico de la carga postural. Este método es resultado de un estudio realizado en el sector del acero finlandés con el apoyo de ingenieros, ergónomos y trabajadores. Su uso es variado y avalan resultados en ámbitos como la construcción, de procesado de carne de ave y res, ganadería, entre otros. El método consiste en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de sus actividades, primero se registran los datos y posiciones, luego estas posturas registradas pasan a ser codificadas en donde a cada postura se le asigna un código, luego se clasifican en uno de los 4 niveles que el método OWAS ofrece, donde 1 representa el menor riesgo y 4 el mayor riesgo. Para cada categoría se propondrá un método de acción frente al nivel de incomodidad que presente cada parte del operador. Finalmente, el análisis de cada una de las posturas y de cada parte del cuerpo, nos permitirá determinar las posiciones de mayor criticidad, y además, que acciones correctivas serán necesarias para poder plantear la mejor propuesta para los puestos de trabajo.

NIOSH: La ecuación NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) evalúa las tareas en las cuales se realiza levantamiento de cargas considerando el límite de peso máximo permitido para evitar la aparición de lumbalgias y problemas de espalda en los operadores. El método hace uso de una valoración de posibilidad de que aparezcan dichos trastornos según el peso levanto y la forma en la que fue levantada. Este método se basa

principalmente en tres criterios empleados: fisiología, biomecánica y la psicofísica. De esta manera, se puede determinar el peso máximo de levantamiento y la resistencia de los trabajadores. Los resultados sirven para que el evaluador pueda determinar las mejoras necesarias a introducir en los puestos de trabajo y así corregir las condiciones de trabajo.

1.2 Marco Metodológico

En este punto se describirán las metodologías a utilizar para el desarrollo de la presente investigación, así también el análisis de las actividades con el objetivo de encontrar las críticas, y la evaluación ergonómica del caso de estudio.

1.2.1 Metodología de desarrollo de tesis

Para poder expresar el desarrollo de la tesis de una manera más coherente, clara y estructurada, se presentará en dos fases. Una primera en donde se mostrará la situación actual de cómo se vienen desarrollando las actividades dentro del área de trabajo de los operadores. En la segunda fase se realizará la evaluación ergonómica haciendo uso de las herramientas seleccionadas y se elaborarán y evaluarán las propuestas de mejora.

Entrando en detalle sobre los pasos a seguir, en la primera etapa se describirá la situación actual de la empresa en donde se explica la problemática actual de los puestos de trabajo de los operadores de grúas. Luego, se definen las actividades y riesgos ergonómicos presentes en el área. Finalmente se identifican las actividades críticas determinando el riesgo haciendo uso de la información y criterios previamente mencionados en puntos anteriores.

Por otro lado, en la segunda etapa se seleccionarán las herramientas a utilizar para la evaluación ergonómica de las actividades críticas. Posteriormente, se realiza la evaluación con las herramientas seleccionadas para determinar el grado de riesgo por actividad y se aplican las mejoras. Una vez decidido las mejoras más pertinentes se procede al plan de implementación con el orden y duración para realizar las mejoras ergonómicas. Por último, se elabora el estudio técnico y económico para determinar la rentabilidad de las mejoras propuestas.

1.2.2 Metodología del diagnóstico y evaluación de actividades

Para realizar el diagnóstico adecuado al presente caso de estudio, se deberá de conocer la situación actual de la empresa y poder recolectar data necesaria por parte del área de operaciones y los operadores. Por lo que, se solicitará data relevante al proceso productivo a los jefes y operadores sobre las actividades que realizan, así como las formas en como la realizan. Además, se solicitará a la empresa un historial sobre descansos médicos y ausencias por parte de operadores de grúas. Se realizará una correcta selección de actividades y levantamiento de información sobre los puestos de trabajo con sus actividades y los posibles riesgos existentes.

Mediante imágenes obtenidas por las cámaras dentro de las cabinas se registrarán las actividades y posturas más repetitivas de los operadores con el principal objetivo de poder determinar las actividades críticas e identificar los riesgos ergonómicos en cada puesto.

Una vez identificados y procesados los datos obtenidos de la recolección de data de los puestos de trabajo, se seleccionarán las actividades críticas que requieran de una corrección inmediata. Se deben de encontrar aquellas actividades que tengan el mayor grado de severidad y que representen una causa grave y potencial de lesiones ergonómicas para los operadores. Por lo que será de utilidad realizar una matriz en donde se pueda reconocer los riesgos ergonómicos en cada puesto de trabajo y poder evaluar y desarrollar propuestas de mejoras óptimas para cada caso.

1.2.3 Metodología de evaluación ergonómica

Con lo obtenido en el punto anterior se evaluarán los puestos de trabajo críticos con ayuda de las herramientas y metodologías mencionadas en puntos anteriores considerando las que mejor apliquen según el caso de estudio. Entre las principales herramientas y metodologías que se usarán para el presente caso de estudio tenemos al REBA y OWAS. A continuación, se presenta los procedimientos para el uso de esta metodología.

- REBA

Para la aplicación del método se realiza los siguientes pasos:

- a) Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos.
- b) Seleccionar las posturas que se evaluarán, según el nivel de carga postural.
- c) Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo, lado derecho o ambos.
- d) Tomar los datos angulares requeridos mediante fotografías.
- e) Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo usando una calificación predeterminada
- f) Obtener las puntuaciones parciales y finales del método para hallar la existencia de riesgos y establecer el Nivel de Riesgo y el Nivel de Actuación.
- g) Determinar qué tipo de medidas o correcciones deben adoptarse, en el caso de ser requerido.
- h) Rediseñar el puesto o agregar cambios para mejorar la postura de ser necesario.
- i) Luego de aplicar las mejoras, se deberá evaluar de nuevo la postura con el mismo método para comprobar efectividad de las propuestas.

A continuación, se presenta una tabla con relación a la puntuación y nivel de riesgo de la actividad y como se debería de actuar o proceder.

Tabla 1.10 Niveles de actuación según Puntuación Final del método REBA

Puntuación Final	Nivel de Riesgo	Actuación
1	Inapreciable	No es necesaria
2 – 3	Bajo	Puede ser necesaria
4 – 7	Medio	Es necesaria
8 – 10	Alto	Es necesaria cuanto antes
11 - 15	Muy Alto	Es necesaria inmediatamente

Fuente: Asencio-Cuesta (2012)

Elaboración Propia

- OWAS

Asencio Cuesta define los siguientes pasos para la aplicación del presente método:

- Determinar si la observación de la tarea debe ser dividida en varias fases o etapas, para poder facilitar la observación
- Determinar la duración total de la observación de la tarea
- Establecer la duración de los intervalos de observación (el método propone entre 30 y 60 segundo)
- Identificar las diferentes posturas que adopta el trabajador. Para cada postura determinar la posición de la espalda, brazos y piernas.
- Codificar las posturas observadas
- Calcular para código de postura la categoría de riesgo a la que pertenece
- Calcular el porcentaje de repeticiones o frecuencia relativa de cada posición.
- En función de la frecuencia relativa, determinar el riesgo a la que pertenece cada posición, con el fin de determinar aquellas que presentan mayor criticidad
- Finalmente determinar las acciones correctivas y de rediseño necesarias.

En la siguiente tabla se observa el orden de codificación de las posturas observadas.

Tabla 1.11 Esquema de codificación de las posturas observadas

Posición de la espalda	Posición de los brazos	Posición de las piernas	Cargas	Fase
------------------------	------------------------	-------------------------	--------	------

Fuente: Asencio-Cuesta, 2012

En la siguiente tabla se detalla la forma de codificación y clasificación de las posturas propuesta por el método.

Tabla 1.12 Codificación de las posturas según OWAS

posición espalda	1er dígito	posición brazos	2do dígito	posición piernas	3er dígito	carga y fuerza	4to dígito	fase	5to dígito
Recta	1	Brazos por debajo del hombro	1	Sentado	1	Menor o igual a 10kg	1	Colocación azulejos en horizontal	1
Inclinada mayor a 20°	2	Un brazo por encima del hombro	2	De pie con 2 piernas rectas	2	Mayor a 10kg y menor o igual a 20kg	2	Colocación azulejos en vertical	2
Girada e inclinada > 20°	3	Ambos brazos por encima del hombro	3	De pie con el peso sobre una pierna	3	Mayor a 20 kg	3	Colocación de baldosas en horizontal	3
Inclinada y girada/inclinada simultáneamente	4			De pie con las rodillas flexionadas <150°	4				
				De pie con el peso sobre una rodilla flex.	5				
				De rodillas sobre 1 o 2 piernas	6				
				Caminando	7				

Fuente: Asencio-Cuesta, 2012

Elaboración Propia

1.3 Marco Normativo

Se mostrará la normativa a considerar para el presente caso de estudio con respecto a criterios ergonómicos y de seguridad a nivel nacional. A continuación, se desarrollará ambas, para tener mucho más clara la manera de proceder en la evaluación ergonómica.

1.3.1 Normativa ergonómica

Para la evaluación ergonómica del presente caso de estudio, se deberá de cumplir con la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgos Disergonómicos (RM 375-2008-TR) establecida por el Sector Trabajo con el objetivo de velar por la salud integral de los operadores y trabajadores en general. De esta manera, las empresas pueden aplicarlas dentro de sus diferentes áreas logrando contribuir con el bienestar físico, mental y social de los trabajadores.

Esta norma tiene como objetivo establecer los parámetros necesarios para adaptar las condiciones de trabajo a las características físicas y mentales de los operadores para así poder esperar de ellos el mejor desempeño, considerando que las mejoras en los puestos de trabajo conllevan a una mejor eficiencia y productividad de la empresa.

Incluye los siguientes contenidos:

- Manipulación manual de cargas
- Carga límite recomendada
- Posicionamiento postural en los puestos de trabajo
- Equipos y herramientas en los puestos de trabajo
- Condiciones ambientales de trabajo
- Organización del trabajo
- Procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico
- Matriz de identificación de riesgos disergonómicos

La norma establece que se deben realizar evaluaciones ergonómicas para formar parte de los procesos preventivos. Estas normas básicas de ergonomía poseen los siguientes objetivos:

- Reconocer que los factores de riesgo disergonómico son un importante problema del ámbito de la salud ocupacional.
- Reducir la incidencia y severidad de los problemas músculos esqueléticos relacionados con el trabajo.
- Disminuir los costos por incapacidad y descansos médicos de los trabajadores.
- Mejorar la calidad de vida del trabajador.
- Disminuir el ausentismo de los trabajadores.
- Aumentar la productividad de las empresas.
- Involucrar a los trabajadores como participantes activos e íntegramente informados de los factores de riesgo disergonómico que puedan ocasionar disturbios músculo – esqueléticos.
- Establecer un control de riesgos disergonómicos mediante un programa de ergonomía integrado al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de la empresa.

1.3.2 Normativa de seguridad

En cuanto a la normativa de seguridad que establece la nación se encuentra lo establecido por el Reglamento de la Ley N°29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo según el Decreto Supremo N°005-2012-TR, el cual obliga a las empresas, contar con una política de prevención de riesgos laborales, vigilar su cumplimiento y controlarlo, comunicando y transmitiendo a sus trabajadores los continuo riesgos a los que están expuestos con la finalidad de poder establecer un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo.

Este sistema se rige por los siguientes principios:

- a) Asegurar el compromiso visible del empleador con la salud y seguridad de los trabajadores.

- b) Lograr coherencia entre lo que se planifica y lo que se realiza.
- c) Incentivar de modo preciso y efectivo a la mejora continua mediante una metodología confiable.
- d) Fomentar el trabajo en equipo a fin de incentivar la cooperación de los trabajadores.
- e) Promover y fomentar la cultura y pensamiento de prevención de los riesgos laborales logrando que toda la organización conozca los conceptos de prevención y proactividad, resultando en comportamientos seguros en el personal.
- f) Promover las circunstancias para alentar una empatía del empleador hacia los trabajadores y viceversa.
- g) Asegurar la existencia de medios de retroalimentación desde los trabajadores al empleador en seguridad y salud en el trabajo.
- h) Establecer mecanismos efectivos de reconocimiento al personal proactivo interesado en el mejoramiento continuo de la seguridad y salud laboral.
- i) Evaluar los riesgos críticos que puedan ocasionar los mayores perjuicios a la salud y seguridad de los trabajadores, al empleador y otros.
- j) Comunicar y respetar la participación de las organizaciones sindicales o la de los representantes de los trabajadores en las decisiones sobre la seguridad y salud en el trabajo.

Esta ley establece que las empresas están obligadas a garantizar la protección de la vida, salud e integridad en general de sus trabajadores y asumir las implicancias económicas y legales en caso sucediese algún accidente o enfermedad de alguno de los trabajadores. Esta ley se aplica a todos los sectores económicos y de servicios protegiendo a todos los empleados bajo el régimen laboral.

Así también, esta norma exige que se realicen exámenes médicos y capacitaciones constantes sobre seguridad y salud en el trabajo a los trabajadores que conformen la organización junto a la presencia de médicos ocupacionales y al Comité de Seguridad en las empresas para realizar la correcta gestión de la seguridad en el trabajo. Por consiguiente, si

alguna empresa u organización incumple con las condiciones mínimas de seguridad e higiene industrial establecida, por la presente normativa se verá perjudicado legalmente con sanciones penales y la imagen como empresa también.



CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y ACTIVIDADES PRINCIPALES

En este capítulo se presentará una descripción general sobre la empresa y se brindará las características más relevantes para el análisis. Además, se detallará el funcionamiento en el área de operaciones de la empresa, así como una descripción del área para entender mejor las actividades que los operadores deben de realizar a diario. Se brindará también casos de estudios similares y se analizarán los resultados obtenidos para aterrizar de una mejor manera los objetivos del presente estudio.

2.1 Descripción y situación de la empresa

A continuación, se describe las características relevantes de la empresa al igual que al sector al que pertenece, se especificará los servicios que brinda, instalaciones, maquinaria y equipos con los que cuenta. Además, se detallará el proceso operativo. Se presenta la información pertinente respetando la privacidad y anonimato correspondiente.

2.1.1 Sector y actividad económica

La empresa pertenece al sector comercio, se encarga del almacenaje, carga y descarga de contenedores realizando también servicios vinculados al transporte acuático (código CIU 5222), presta un servicio completo dentro de toda su cadena de suministro.

Los principales servicios que brinda la empresa, los cuales le generan la mayor cantidad de ingresos, son el servicio de terminal portuario el cual consiste en: la disposición de un muelle el cual se reserva previamente mediante un sistema que muestra las ventanas disponibles, amarre y desamarre, estiba y desestiba, transmisión y procedimiento de datos. Adicional a esto presta servicios a los contenedores que comprenden la descarga y/o embarque, transporte y manipuleo interno de la unidad, y cualquier otro servicio aplicable a la carga movilizadora en el terminal.

Por otro lado, la empresa brinda también el servicio de depósito temporal, ofreciendo a los clientes la facilidad de realizar trámites aduaneros con mayor rapidez y eficiencia. Este servicio

incluye los días de almacenaje, revisión documentaria, verificación de datos, zona de inspección intra-portuaria y plataforma digital para los trámites relacionados con cualquier tipo de despacho. Además, ofrece los servicios de importación (descarga del contenedor y la segregación en el patio de contenedores) y servicios de exportación (embarque según la naturaleza de la carga previamente segregada en patio).

La segregación en el patio de contenedores se debe a la existencia de diferentes tipos de contenedores, entre los que encontramos: refrigerados (Reefer), carga sobredimensionada (OOG), con carga peligrosa (IMO) y, los más comunes, con carga seca (HC).

Para comprender y resumir de mejor manera los servicios brindados por la empresa se detalla en la siguiente imagen.

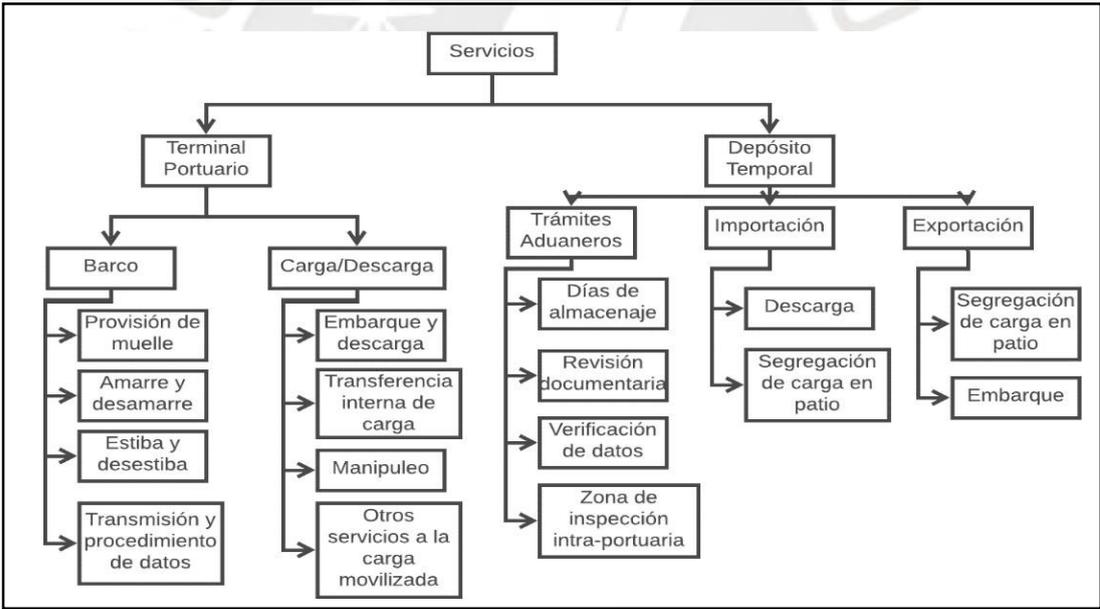


Figura 2.1 Servicios de la empresa

Fuente: La empresa

Elaboración propia

2.1.2 Perfil organizacional y principios empresariales

La empresa cuenta con una visión, misión, principios empresariales, compromisos con el medio ambiente que ha prometido cumplir día a día. El perfil organizacional y los principios empresariales que empresa maneja son los siguientes:

- i) Visión: “Liderar el futuro del Comercio Global”
- ii) Misión: “Agregar valor, pensar en el futuro y construir un legado”
- iii) Valores: Dentro de los valores presentes en la empresa tenemos
 - Coraje: retarse para innovar, enfrentar desafíos y atreverse a ser grandes y a hacer cosas diferentes.
 - Respeto: Acoger y valorar todas las ideas.
 - Inteligencia: Estar alineado con las oportunidades y riesgos globales, y ofrecer un ambiente de aprendizaje para ayudar a la gente a alcanzar su máximo potencial.
 - Orgullo: Orgullosos de ser ciudadanos globalmente responsables y hacer la diferencia para el mundo y el futuro.
- iv) Compromisos de sostenibilidad
 - Medio ambiente: La empresa pone su empeño en disminuir los impactos al medio ambiente por medio de una adecuada gestión de recursos en las operaciones, innovando en sistemas y combustibles eco eficientes y eco amigables; además de, generar conciencia sobre la protección.

- Seguridad: Identificar y controlar los riesgos propios de la actividad. Proveer y mantener el mejor equipo de seguridad para garantizar cero daños al personal.
- Nuestra Gente: Construir un ambiente de inclusión y bienestar que propicie el crecimiento personal y profesional de los colaboradores. Capacitaciones constantes, integraciones, vida saludable, adecuado manejo financiero y fortalecer el liderazgo y la innovación.
- Sociedad: Contribuir al desarrollo de la comunidad. Proyectos que fomentan la educación, el mejoramiento de infraestructura, la conciencia medioambiental, la convivencia pacífica, etc. Programa de Educación Global, Carrera Benéfica Anual, Semana de Voluntariado.

2.1.3 Organización y definición de áreas y unidades orgánicas

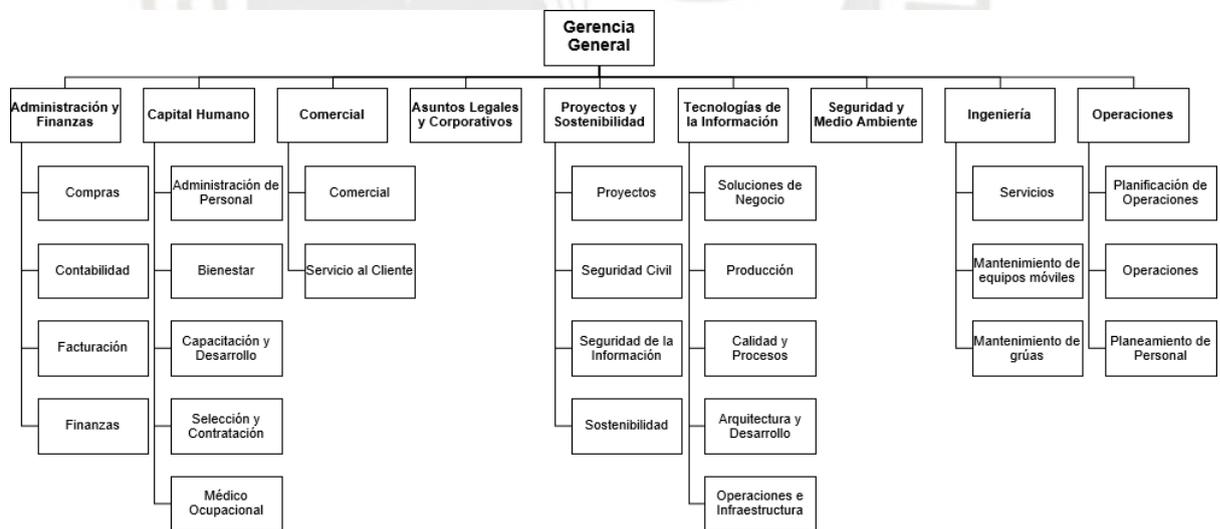


Figura 2.2 Organigrama de la empresa

Fuente: La empresa

A continuación, se realiza una breve descripción de cada una de áreas presentadas:

Gerencia General: Es quien toma las decisiones más importantes para la compañía con el objetivo de mantener la posición de la empresa como líderes del mercado, reporta de forma directa al directorio de la empresa que involucra a toda América Latina.

Administración y Finanzas: Cumple con las obligaciones tributarias de la Compañía, gestiona las compras de todos los requerimientos solicitados por todos los departamentos para las operaciones de la empresa y administra el dinero de la empresa.

Capital Humano: Se encarga de la contratación y desvinculación del personal, gestiona las capacitaciones que requiere cada trabajador según sus funciones. Ve que los pagos se realicen a tiempo, contribuyen con el bienestar y rendimiento de los colaboradores.

Comercial: Su labor es la de atraer y afiliar clientes con las mayores proyecciones de pedidos de tal forma que maximicen la utilización de nuestros recursos y por ende las utilidades. Busca fortalecer los vínculos con los clientes dando seguimiento a los servicios contratados. Vela por los intereses del cliente y les brinda soluciones efectivas y rápidas.

Asuntos Legales y Corporativos: Realiza labores de defensa legal contra la empresa, así como también se encarga de presentar las demandas judiciales correspondientes. Verifica los procedimientos legales de cada operación y se preocupa por mantener vigentes las pólizas de seguros globales y la póliza vehicular de la compañía, esto para acceder a la atención de siniestros y la activación de las citadas pólizas.

Proyectos y Sostenibilidad: Gestiona los proyectos tangibles de la compañía, supervisando y controlando la ejecución de obras civiles y portuarias. Realiza cambios en la distribución de la infraestructura del terminal para optimizar su uso y fluidez. Valida el ingreso y salida del personal.

Tecnologías de la Información: Tiene como objetivo la mejora continua de los procesos operativos dentro de la compañía. Busca unificar la infraestructura de los sistemas y aplicaciones, asegurando el crecimiento del negocio mediante nuevas o mejores plataformas. Se encarga también del mantenimiento de los activos de cómputo.

Seguridad y Medio Ambiente: Establece los parámetros de seguridad para cada proceso dentro de las instalaciones buscando minimizar el impacto ambiental negativo en cada uno de estos mediante el uso de acciones de prevención y control. Es el encargado de definir las responsabilidades, requisitos, objetivos e indicadores de la Gestión de Seguridad y Medio Ambiente.

Ingeniería: Posee personal capacitado para dar el diagnóstico, mantenimiento y reparación de los equipos móviles, grúas y demás equipos. Aseguran la correcta operatividad de estos durante las operaciones evitando así posibles accidentes durante su ejecución.

Operaciones: Son los principales actores de los procesos de la compañía y se encargan de planificar la llegada y salida de las naves, así como de la programación de operaciones y la provisión de recursos para la carga y descarga de las mismas. De la misma forma establecen una programación para la recepción y despacho de contenedores asignando los recursos necesarios y atendiendo los servicios adicionales que se requieran en la Zona de Aforo.

2.1.4 Descripción de los procesos dentro del área productiva y algunos indicadores de productividad

El proceso más importante de la empresa es el de Operaciones, el cual representa la base del negocio, porque el nivel de cumplimiento con el cliente depende de que la entrega de la mercadería sea eficiente; por ello, las operaciones en las áreas de Gates, Patio, Muelle y Zona de Aforo deben estar sincronizadas de manera tal que sigan todos los protocolos y plazos establecidos para culminar el servicio según los términos pactados con el cliente.

Por otro lado, también es un proceso crítico ya que depende de que todos los procesos fluyan de manera adecuada para poder lograr el cumplimiento de cada entrega de mercadería. Si ocurriese algún contratiempo durante las operaciones, el personal encargado está capacitado y cuenta con todas las herramientas necesarias para poder brindar la solución más rápida y eficiente y así poder continuar con el flujo operativo.

En el caso de la descarga los contenedores dentro del barco son destrincados (liberados de la estructura del barco) por los estibadores, seguidamente una grúa portica denominada QC

(Quay Crane) retira el contenedor liberado ubicado en el barco y lo coloca en el tracto del ITV, posteriormente el ITV procede a trasladarse a un punto de inspección donde operadores capacitados registran el número de precinto del contenedor y, de ser el caso, retiran los twislocks que pueda tener el contenedor, luego de la verificación el contenedor es trasladado al patio de almacenaje en donde una segunda grúa de acomodo denominada RTG (Rubber Tired Gantry) se encarga de posicionar el contenedor en una ubicación (Bay) previamente designado, Por otro lado en el proceso de carga, la operación se realiza de manera inversa, empezando por la RTG que coloca un contenedor en el ITV el cual lo traslada al punto de la QC que finalmente retira el contenedor y lo coloca en el barco en la posición (Bay) asignado finalizando el proceso. En el anexo 2 se adjunta el flujograma de los procesos descritos.

Algunos de los principales indicadores que maneja la empresa dentro del área de producción de operaciones son los siguientes:

- N° TEU's (contenedores de 20 pies) al año: Se busca incrementar el número de contenedores movilizados año tras año, esto significa hacer un uso eficiente del espacio en patio y un uso óptimo tanto de grúas como de equipos móviles. Actualmente, la empresa, moviliza un promedio de 1.2m de TEU's por año; sin embargo, esto va en aumento gracias al personal que está detrás de todos los procesos.
- Productividad de nave: Representa el número de contenedores embarcados o descargados de una nave. Esta operación la realizan las grúas pórticas que están sujetas a cumplir con un indicador de movilizar 30 contenedores por hora, la empresa dispone de 7 grúas pórticas; sin embargo, no siempre hace uso de todas, la cantidad a asignar dependerá de la carga de trabajo que se tenga que atender.
- Tiempo de atención a camiones: La atención de los camiones externos tiene un indicador de ser atendidos en un máximo de 30 minutos, es por ellos que tanto las zonas de gate como el patio de operaciones (el servicio de la RTG) deben de estar en la capacidad de poder cumplir con este indicador.
- Productividad en la Zona de Aforo: Con este indicador se busca determinar la atención de aquellos contenedores que requieran algún tipo de inspección a su carga o que necesiten atención superficial al contenedor. Para ello el proceso que inicia con el traslado

y posicionamiento de los contenedores a la Zona de Aforo y culmina con su levantamiento hacia el patio para continuar luego con su embarque o despacho. La productividad depende del cumplimiento en la atención de los servicios del día con los recursos disponibles y dentro del plazo establecido.

2.1.5 Recursos Humanos, Instalaciones y Maquinaria de la Empresa

a) Personal disponible:

Se detalla en la siguiente tabla las cantidades aproximadas de personal disponibles

Tabla 2.1 Rol del personal

Niveles	Cantidad
Directivo	10
Ejecutivo	75
Mando medio	190
Nivel operativo	600

Fuente: empresa

Elaboración propia

Directivo: Directores y Gerencias.

Ejecutivo: Subgerencias, Jefaturas, Supervisores.

Mando medio: Analistas, Asistentes, Coordinadores, Monitores, Planners.

Nivel operativo: Inspectores, Técnicos y Operarios.

b) Horarios y turnos de trabajo

- Personal administrativo:

40 horas semanales de lunes a viernes de 7:30 a 16:30.

- Personal de operaciones en patio:

3 Turnos de 8 horas. Lunes a domingo: 1er turno 7:00 a 15:00, 2do turno 15:00 a 23:00, 3er turno 23:00 a 7:00. Se trabaja 2 días seguidos en el 1er turno, luego 2 días seguidos en el 2do turno, luego 2 días seguidos en el

3er turno y finalmente 2 días libres y así consecutivamente se repite la secuencia. Las operaciones se realizan las 24 horas del día, los 365 días del año.

- Practicantes: 30 horas semanales (Pre profesionales) de lunes a viernes de 8:30 a 15:30 y 40 horas semanales (Profesionales). Lunes a viernes de 7:30 a 16:30. Flexibilidad de acuerdo a horarios de estudio.

Se dispone de una hora de refrigerio para todos los trabajadores que pueden tomarlo entre las 12:00 a 15:00.

c) Instalaciones y medios operativos

El espacio operativo de la empresa consta de 4 zonas donde se realizan trabajos del proceso principal. El primero de ellos es Gates por donde se reciben a los camiones que vienen a dejar o llevarse contenedores o carga suelta. Luego se encuentra el Patio de almacenaje donde se apilan los contenedores en diferentes bloques de acuerdo a su destino o procedencia (importación o exportación) y por tipo de contenedor (IMO, Reefer, OOG, etc.) y en donde esperan su despacho o embarque. También está la zona de Muelle donde las grúas QC se encargan de la descarga y carga de contenedores a las naves. Por último, se encuentra la Zona de Aforo donde los contenedores que lo requieran se abrirán para su inspección y desde donde se realizan retiros de carga suelta, así como el diagnóstico y reparación de los contenedores dañados.

Además, la empresa cuenta con un edificio administrativo de 4 pisos y otro de ingeniería de 2 pisos. Adicionalmente, cuenta con un tópic, un comedor, vestidores para el personal operativo, rutas designadas para el tránsito de los buses a través del Patio, Gates y Muelle a fin de transportar a las personas con el menor riesgo posible.

d) Maquinarias

El principal recurso físico son las grúas pórticas (QC's) las cuales realizan la descarga o embarque de los contenedores de muelle a barco o viceversa, grúas de patio (RTGs) las cuales acomodan las grúas en el patio de almacenaje, Reach Stacker que realizan movimientos especiales con contenedores sobredimensionados, Empty Handler que movilizan contenedores vacíos y ITV's (camiones con carreta) que son el móvil principal de los contenedores. Estos recursos permiten el traslado interno de los contenedores desde su recepción hasta su despacho. Entre los proveedores más importantes se encuentran: Panamax y Kalmar.

e) Recursos no físicos

Entre los recursos no físicos encontramos a los softwares y aplicativos. El principal proveedor es N4 y sus diferentes módulos. Este software provee plataformas que permiten a los clientes eternos generar servicios y visualizar información sobre el estado de sus contenedores; y también permite a los clientes internos obtener información necesaria para generar documentos, informes, cuadros; además permite a los usuarios de operaciones planificar y programar los recursos a cada contenedor.



Figura 2.3 Software N4 Navis

Fuente: Página Web de Navis

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL CASO EN ESTUDIO

En el presente capítulo se analizarán y evaluarán las actividades relacionadas al proceso productivo en donde intervengan las grúas manipuladas por operadores, cuyas actividades son el tema de estudio. Una vez detectadas las actividades más críticas con el uso de herramientas ergonómicas se podrán determinar las mejores opciones de propuestas de mejora para realizar los procesos de una manera más segura y eficiente.

3.1. Análisis de situación actual

Mediante una observación exploratoria a los puestos de trabajos en las grúas del puerto se pudo detectar problemas durante la realización de las operaciones en el área de producción. Entre ellos se pudieron identificar diferentes riesgos ergonómicos que ponen en peligro la salud e integridad de los trabajadores. Algunos riesgos son más obvios o visibles que otros y varían respecto al tipo de grúa o equipo, por lo que mediante el uso de herramientas y este estudio se identifican y analizan para resumirlos.

Actualmente la mayoría de los trabajadores que operan estas grúas presentan continuamente problemas de salud lo cual resulta perjudicial económicamente para la empresa debido a que la productividad se ve afectada, debido a los descansos médicos por parte de estos operadores y al costo de cubrirlos con horas extras. De presentar un óptimo arreglo ergonómico las ganancias serían mayores a las esperadas.

3.2. Descripción de los puestos de trabajo

En el presente estudio se abordarán y evaluarán las diferentes posturas adoptadas por los operadores de grúas QC y RTG durante la realización de sus actividades. Para poder realizar un mejor análisis se describirá de manera detallada los puestos de trabajo, que en general, ambos puestos de trabajos son muy similares.

Las cabinas de ambos tipos grúas (QC Y RTG) presentan un diseño de cubo de cristal (paredes y suelo de cristal transparente y resistente) para poder facilitar la visión a momento de manipular la carga. También, la cabina cuenta con un asiento/silla para el operador, hay

dos mandos de control (joysticks) para la manipulación de la grúa con los cuales el operador puede realizar el movimiento de la grúa de un lado a otro, el movimiento de la cabina a lo largo de todo el brazo de la grúa y el movimiento del spreader para la manipulación de las cargas (contenedores). Además, cuentan con un dispositivo denominado THOR en donde pueden visualizar las actividades que se le van designando. Estas características están presentes en ambas grúas.

A continuación, se presentan imágenes referenciales de ambos tipos de grúa y del puesto de trabajo en referencia.



Figura 3.1 Grúa RTG y puesto de trabajo

Fuente: Trabajo de titulación. Barrera, Saldaña (2016)



Figura 3.2 Grúa QC y su puesto de trabajo

Trabajo de titulación. Barrera, Saldaña (2016)

A continuación, se describirá paso a paso las actividades que cada tipo de operador debe de realizar.

Actividades operador de QC:

- Trasladar grúa hacia el bay asignado (zona designada del barco a descargar)
- Bajar el boom de la grúa (brazo de grúa)
- Acercar la cabina con el sprader hacia la zona a descargar (de ser proceso de descarga) o posicionar el sprader en zona de tránsito de camiones (de ser proceso de carga)
- Acercar o bajar el sprader para poder enganchar la carga (contenedor)
- Posicionar el sprader y enganchar la carga
- Subir el sprader para poder cargarlo al camión interno (de ser proceso de descarga) o cargarlo al barco (de ser proceso de carga)
- Liberar la carga y retornar al punto de inicio
- Revisar siguiente tarea asignada.

Actividades operador de RTG:

- Trasladar grúa hacia el bloque asignado para la siguiente tarea
- Posicionar cabina y sprader hacia la zona de la ruma (de ser proceso de carga) o acercar el sprader hacia el camión interno que traslada la carga (de ser proceso de descarga)
- Acercar o bajar el sprader para poder enganchar la carga (contenedor)
- Posicionar el sprader y enganchar la carga
- Subir el sprader para poder cargarlo al camión interno (de ser proceso de carga) o colocarlo en la ruma (de ser proceso de descarga)
- Liberar la carga y retornar al punto de inicio
- Revisar siguiente tarea asignada.

Como se puede observar tanto en la figura 3.1 y 3.2 los puestos de trabajo de los operadores de RTG y QC no cuentan con los equipos ergonómicos adecuados para evitar

lesiones en sus trabajadores y a la vez estos no tiene el asesoramiento adecuado sobre lo que ergonomía significa.

3.3. Selección del área, procesos, puestos de trabajo y actividades relevantes

A continuación, se procederá a determinar la importancia del área y proceso del presente caso de estudio mediante la utilización de factores cualitativos que ayudarán a la elaboración de un gráfico de Pareto donde se podrá observar la importancia e impacto de las categorías seleccionadas para cada caso. En primer lugar se evaluará la selección del área para el presente estudio, para ello se usarán dos gráficos, el primero es una ponderación de 3 factores cualitativos: La importancia de su funcionamiento, la participación en las operaciones y procesos y la dependencia de otras áreas. Estos factores serán explicados brevemente. Y el segundo gráfico tendrá como factor cualitativo el porcentaje de personal total que labora en cada una de las áreas seleccionadas.

Para la justificación de la selección del área se tomaron en consideración las áreas más representativas de la empresa las cuales tienen mayor participación en los procesos y operaciones internas del en estudio, las cuales son: Operaciones, Ingeniería, RR.HH, Finanzas, Compras y Tecnología e Información (T.I).

Se describe a continuación en qué consiste cada uno de los criterios:

- Importancia de su funcionamiento (CR1): Este criterio hace referencia al impacto que tiene sobre el estado de la empresa económica y operativamente el hecho de que una de estas áreas deje de funcionar correctamente. Se calificará cada área de 0 a 10, donde 10 significa que el área es muy importante y de funcionar irregularmente afectaría significativamente a la empresa.
- Participación en los procesos y operaciones (CR2): Significa cuanto aporta un área a la correcta realización de cada uno de los procesos y operaciones involucrados en los principales servicios mencionados en el capítulo anterior. La calificación va de 0 a 10, donde 10 significa que el área está completamente ligada a dichos procesos y operaciones

- Dependencia de otras áreas (CR3): Este criterio nos dice cuanto depende de las demás áreas el funcionamiento de una de ellas. Es decir, si un área dejara de funcionar, en qué medida se verían afectadas las demás. La calificación de este criterio de igual manera va de 0 a 10, pero en este caso 10 representa el área que menos dependencia tiene de las demás.

Una vez explicados los 3 criterios a utilizar para determinar el o las áreas de mayor impacto en la empresa se les asigna un porcentaje de manera equitativa para cada uno; es decir, 33.33% para cada uno de los criterios. Seguidamente se procederá a la elaboración de un cuadro y a la asignación de puntajes del 0-10 a cada una de las áreas de manera cualitativa y basada en experiencia en la empresa.

A continuación, se presenta el cuadro en donde se realizó la ponderación de criterios, multiplicando el valor asignado al área para cada criterio con el porcentaje correspondiente a cada uno de ellos.

Tabla 3.1 Ponderación de criterios para elección de área

	CR1	CR2	CR3				
	33%	33%	33%				
Criterios de evaluación							
Área	Importancia de su funcionamiento	Participación en los procesos y operaciones	Dependencia de otras áreas	CR 1 PONDERADO	CR 2 PONDERADO	CR 3 PONDERADO	PROM. PONDERADO
Operaciones	8	9	6	2.67	3.00	2.00	7.67
Ingeniería	6	8	5	2.00	2.67	1.67	6.33
RR.HH	5	5	7	1.67	1.67	2.33	5.67
Finanzas	6	6	7	2.00	2.00	2.33	6.33
Compras	4	4	6	1.33	1.33	2.00	4.67
Tecno. e Inf.	6	8	7	2.00	2.67	2.33	7.00

Elaboración propia

Con los datos obtenidos se procedió al ordenamiento de mayor a menor promedio ponderado y así obtener lo esperado, determinar el área de mayor importancia para la empresa de acuerdo a la actividad que realiza. Se presenta la siguiente tabla.

Tabla 3.2 Áreas ordenadas por promedio de ponderación

Área	PROM. PONDERADO
Operaciones	7.67
Tecno. e Inf.	7.00
Finanzas	6.33
Ingeniería	6.33
RR.HH	5.67
Compras	4.67

Elaboración propia

Finalmente representando la tabla 3.2 en un gráfico de Pareto podemos identificar claramente que el área de mayor importancia para esta empresa de acuerdo a la actividad que realiza, es el área de Operaciones.

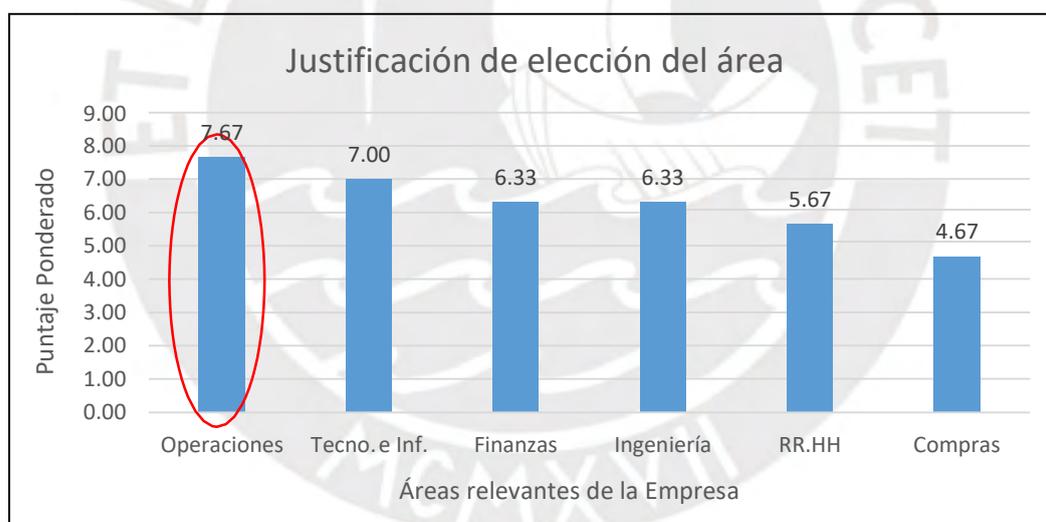


Figura 3.3 Gráfica Pareto: Elección del área

Elaboración Propia

En cuanto al segundo gráfico para la justificación de elección del área, consiste en determinar el porcentaje del total de trabajadores según su nivel de mando y área. Por lo general, los de mando o nivel de operadores se encuentran solo en las áreas de Operaciones e Ingeniería que los juntaremos bajo la denominación de Operativo, posteriormente los de mando Medio, Ejecutivo y Gerencial se encuentran distribuidos entre todas las demás áreas representando

la minoría. A continuación, se muestra la tabla 3.3 en donde se indica la cantidad de trabajadores según tipo de función y el porcentaje que representan del total.

Tabla 3.3 Porcentaje de colaboradores por función del trabajador

Estimación de porc. de personal		
Área	Personal Estimado	Fracción de Personal Estimado
Operativo	590	68%
Mando Medio	188	22%
Ejecutivo	80	9%
Directivo	10	1%
Total	868	

Elaboración propia

Una vez más, utilizando en esta ocasión la cantidad de personal según las funciones de los trabajadores, obtenemos que el área con mayor porcentaje de colaboradores es el área de Operaciones, contando con aproximadamente el 68% del total de trabajadores de la empresa. A continuación, se presenta el gráfico Pareto para una mejor apreciación de las diferencias.

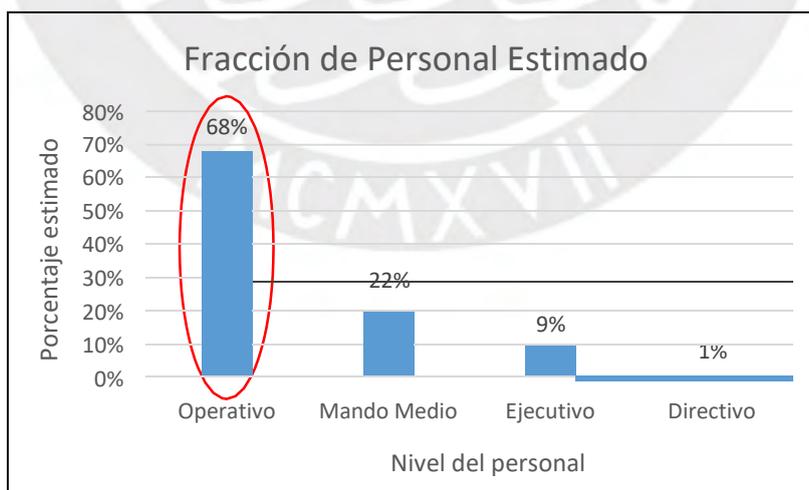


Figura 3.4 Gráfica de Pareto: Porcentaje de Trabajadores

Elaboración Propia

Es importante recalcar que al atender el área de operaciones donde se encuentra la mayor cantidad de colaboradores, así también se logrará un buen indicador de bienestar de los operadores en sus respectivos puestos de trabajo, ya que, como se podrá ver más adelante, los puestos de trabajo en donde desarrollan sus actividades no les brindan la mejor comodidad afectando también su salud e integridad.

Una vez seleccionada el área, lo que continúa es la selección del o los procesos más influyentes dentro del área. Los procesos que se desarrollan dentro del área de Operaciones son los siguientes, y serán clasificados por zonas para una mejor explicación de la finalidad de cada uno de ellos.

- Zona de Muelle: En esta zona se encuentran las grúas QC y las grúas Reach Stacker con sus respectivos operadores. Además, también están presentes los estibadores encargados de las labores dentro del barco y los inspectores de contenedor encargados de registrar los precintos de las cargas y de retirar las piñas o twislocks de la parte inferior de la carga.
- Zona de Patio/Almacenaje: La única unidad que se encuentra en esta zona es la grúa RTG con sus respectivos operadores, encargados del almacenaje o descarga de los contenedores.
- Zona de vacíos: Como su mismo nombre lo dice, en esta zona solo se almacenan contenedores vacíos los cuales son manipulados por las grúas Empty Handler las cuales son las únicas máquinas que operan dentro de la zona.
- Zona de aforo: En la zona aforo, donde se realizan inspecciones aleatorias y por pedido a los contenedores y sobre la mercancía almacenada en ella, se encuentran operando algunas grúas Reach Stacker y Montacargas. Además de los inspectores de puerta y aforo.

Cabe resaltar que la única unidad de operaciones que transita dentro de todas las zonas de manera constante son los vehículos de transporte interno o por sus siglas en inglés ITV's, quienes trasladan las cargas (contenedores) de una zona a otra dependiendo de la tarea a la que se les fue asignados.

A continuación, se presenta una tabla de información sobre las actividades específicas que realizan cada uno de los equipos y operadores dentro de cada una de las zonas. Para tener un mayor entendimiento de recién explicado.

Tabla 3.4 Tabla de actividades por Zona

	Puesto	Ubicación	Tareas	Consecuencias de no ser realizada
Zona de Muelle	Operadores de QC	Muelle - Grúas QC	* Se encargan del ingreso y salida de los contenedores del puerto, son el medio principal para el inicio de operaciones dentro del puerto.	* De no realizar su principal y única tarea, afecta gravemente las operaciones del puerto, paralizándolas casi en su totalidad.
	Inspectores de contenedor	Muelle - Pista de tránsito	* Encargados de verificar e ingresar al sistema el código de los precintos de cada contenedor, así también se encargan de retirar los twislocks en caso la operación sea de descarga o de colocarlos de tratarse de carga.	* La interrupción de estas funciones también suele ser crítica ya que no se pueden ingresar cargas o despacharlas si el código no ha sido verificado previamente. Paralizando parcialmente las operaciones
	Estibadores	Muelle - Barco	* Estos trabajadores se encargan básicamente de la trunca y destrunca para su descarga o asegurar la carga, respectivamente, de los contenedores ubicados encima de las bodegas.	* La no realización de estas actividades podría paralizar parcialmente la continuidad de las operaciones.
	Operadores de Reach Stacker	Muelle - Back Reach	* Se encargan de dos funciones principales, la primera es manipular las cargas sobredimensionadas que no pueden ser colocadas en el patio de almacenaje, y la segunda función es la de voltear aquellos contenedores que arribaron direccionados de manera incorrecta.	* De no realizarse estas actividades con normalidad, no afectarían de gran manera durante las operaciones o la continuidad de las mismas.
	Supervisores de Barco	Muelle	* Se encargan de supervisar que todos los procesos fluyan de manera correcta, y de reportar aquellos retrasos que impidan la continuidad y requieran del apoyo de otra sub-área de operaciones. Además, también son los representantes de la empresa ante los arribos y salidas de los barcos, gestionan cada uno de los procesos.	* La falta de uno de los dos supervisores, podría retrasar el inicio o finalización de las operaciones, deteniendo temporalmente el funcionamiento en la zona muelle.
Zona de Patio/Almacenaje	Operadores de RTG	Patio - Grúas RTG	* Su principal y única actividad es la de cargar los camiones para los camiones internos para el despacho en barco, cargas camiones externos que van a recoger su carga y la de descargar contenedores para ser acomodados y almacenados.	* La paralización de esta actividad en toda la zona, originaría un grave problema en la continuidad de las operaciones, y afectaría gravemente a la empresa de no ser solucionado el problema con rapidez.
	Supervisores de Patio	Patio	* Se encargan de controlar y reportar el funcionamiento de la zona de patio y almacenaje, que siempre se encuentre realizando y cumpliendo todas las tareas y sin ninguna limitación de operatividad	* La falta de uno de los dos supervisores, podría generar retrasos en las operaciones debido alguna falla técnica de un equipo y que necesite ser solucionado con la mayor prontitud posible.
Zona de vacíos	Operadores de Empty Handler	Bloque de Vacíos	* Realizar la colocación o despacho de cargas vacías dentro del bloque.	* El no realizar estas tareas no afectaría de manera considerable la continuidad de las operaciones, con la excepción de tratarse de algún proceso que contenga una gran cantidad de este tipo de carga.
Zona de aforo	Operadores de Reach Stacker	Aforo - carga/descarga	* Se basa en la carga o descarga de una carga desde un camión o hacia uno.	* Las operaciones de aforo, no suelen afectar las operaciones dentro de patio o muelle.
	Operadores de Montacarga	Aforo - carga/descarga	* Su tarea consiste en la carga o descarga del contenido de un contenedor ya sea por inspección del gobierno o a petición del cliente.	* La realización de estas actividades suelen ser independientes a las actividades de la empresa
	Inspectores de Puerta	Aforo	* Supervisan el ingreso y salida de cargas de la empresa, y de controlar el ingreso y salida de camiones externos a la empresa.	* Su impacto es bajo dentro las operaciones de la empresa, ya que no se trata de una actividad principal de la empresa.

Elaboración Propia

Ya definidas las actividades que se realizan por cada una de las zonas se puede realizar una mejor calificación de cada una de ellas utilizando el criterio Incidencia en la continuidad de las operaciones, el cual consiste en el impacto que tendría la no continuidad o el normal

funcionamiento de una de las zonas sobre la empresa. Se muestra la tabla realizada con las calificaciones y los resultados obtenidos.

Tabla 3.5 Zonas de operaciones calificadas

Procesos del Área	Incidencia en la continuidad de operaciones
Zona de Muelle	10
Zona de Patio / Almacenaje	8
Zona de vacíos	5
Zona de Aforo	4

Elaboración Propia

Con la tabla anterior se puede realizar la gráfica Pareto correspondiente para contar con un apoyo visual sobre los procesos más importantes dentro del área de operaciones, y poder ir delimitando las actividades que serán el foco de estudio a lo largo del presente trabajo.

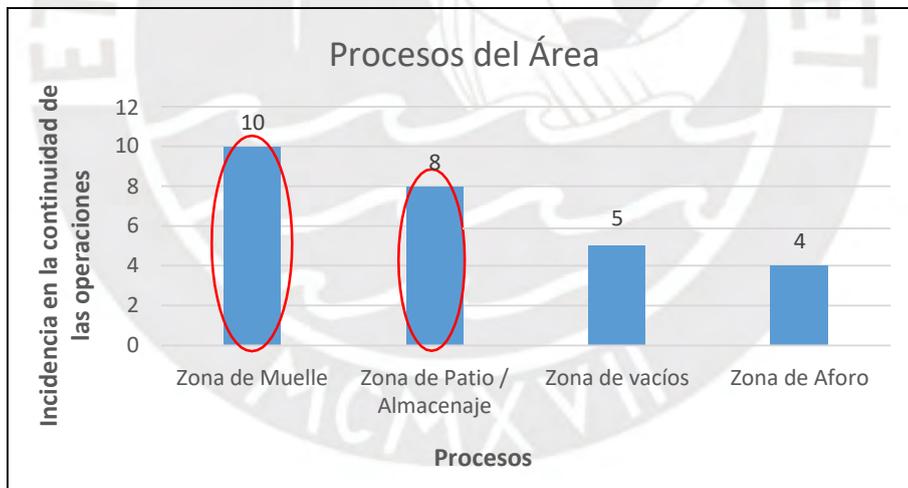


Figura 3.5 Gráfica Pareto: Procesos del área

Elaboración Propia

Teniendo ahora las zonas y los procesos que se realizan en cada una, ya definidas y con la selección justificada podemos enfocarnos en la elección de las actividades dentro de cada uno de los procesos, las cuales presenten mayores riesgos disergonómicos para los colaboradores.

Por otro lado, un indicador claro de que los trabajadores presentan lesiones o molestias en sus puestos de trabajo es el ausentismo por descansos médicos y dentro del área de operaciones este indicador suele ser elevado por las condiciones a las que los trabajadores están expuestos y la intensidad con la que deben de realizar sus actividades.

A continuación, se presenta el historial de ausentismo de los años 2017 y 2018 en el área de operaciones donde se podrá visualizar el tipo de los colaboradores que mayor porcentaje de faltas presentan.



Figura 3.6 Ausentismo 2017 de los puestos de operaciones
Elaboración Propia

En el año 2017 el porcentaje de ausencia promedio mensual de los operadores de grúas RTG y QC fue de 7% y 8%, respectivamente. Encontrándose ambas cifras dentro de los 5 mayores porcentajes de ausencias.



Figura 3.7 Ausentismo 2018 de los puestos de operaciones

Elaboración Propia

En el año 2018 el porcentaje de ausencia promedio mensual de los operadores de grúas RTG y QC fue de 7% y 6% respectivamente. Encontrándose ambas cifras dentro de los 5 mayores porcentajes de ausencias.

Con ambas gráficas de ausentismos y los resultados presentados en ellas, podemos concluir que las actividades que realizan los operadores de RTG's y QC's, presentan dificultades en su realización que generan cansancio, molestias y lesiones que conllevan a descansos médicos de los operadores, obligando a la empresa a tener que cubrir las horas de trabajo de esos trabajadores con horas extras.

En el siguiente cuadro se presentan los problemas que están presentes tanto en el puesto de los operadores de QC como de RTG. Se adjunta un solo cuadro debido a que las actividades y posturas que adoptan en cada una de ellas son las mismas, por lo tanto, reportan los mismos problemas debido a las mismas causas.

Tabla 3.6 Problemas y Causas presentes en el puesto de trabajo

Problemas detectados en el área/puesto de trabajo (QC y RTG)	Causa
dolores de cuello	La postura de operación es inadecuada/largas horas de jornada en posturas duras
dolores de espalda (lumbar)	La postura de operación es inadecuada/largas horas de jornada en posturas duras/asiento no cubre las necesidades
posaderas de codos mal ajustados	Las coderas no se ajustan con facilidad generando incomodidad.
agotamiento de la vista	La actividad demanda precisión a una distancia considerable de donde se hace el trabajo
operarios agotados en las últimas horas de la jornadas	Las actividades demandan alta concentración y posturas forzadas prolongadas
mal estar por el calor en temporada de verano	aire acondicionado no habilitados a tiempo

Elaboración propia

Como se observa en la tabla 3.6, los problemas detectados son varios y el nivel de riesgo será evaluado en el siguiente punto. Por otro lado, las causas que generan estos problemas son todos ergonómicos y debido al mismo estado de las instalaciones y al mantenimiento que se le da.

En el siguiente punto se evaluarán las posturas ergonómicas de los operadores a lo largo de toda su jornada laboral. Además, como se ya se mencionó anteriormente los operadores de estas grúas se encuentran sentados y estáticos moviendo principalmente las manos, brazos, cuello y tronco para poder realizar sus actividades.

3.4 Evaluación ergonómica de los puestos críticos

En esta parte se empieza la evaluación de las actividades haciendo uso de las herramientas ergonómicas mencionadas en capítulos anteriores, con las cuales se podrá determinar el nivel de riesgo al que los trabajadores están expuestos y la urgencia con la que estas medidas deben de ser corregidas.

Debido a que, en ambos puestos, tanto QC como RTG los operadores adoptan las mismas posturas para realizar sus actividades. Las evaluaciones y resultados que se realicen y obtengan con las herramientas ergonómicas analizando las posturas que realizan a lo largo de su jornada serán válidas para ambos puestos.

La primera herramienta que se utilizará será el método REBA que divide el cuerpo en segmentos y los puntúa de acuerdo a las inclinaciones que van adoptando, este método nos dará ciertos indicadores sobre el esfuerzo que se genera en distintas partes de cuerpo a realizar estas inclinaciones, para ellos se presentan las siguientes tablas divididas por grupos (A y B) que nos ayudarán a realizar los cálculos.

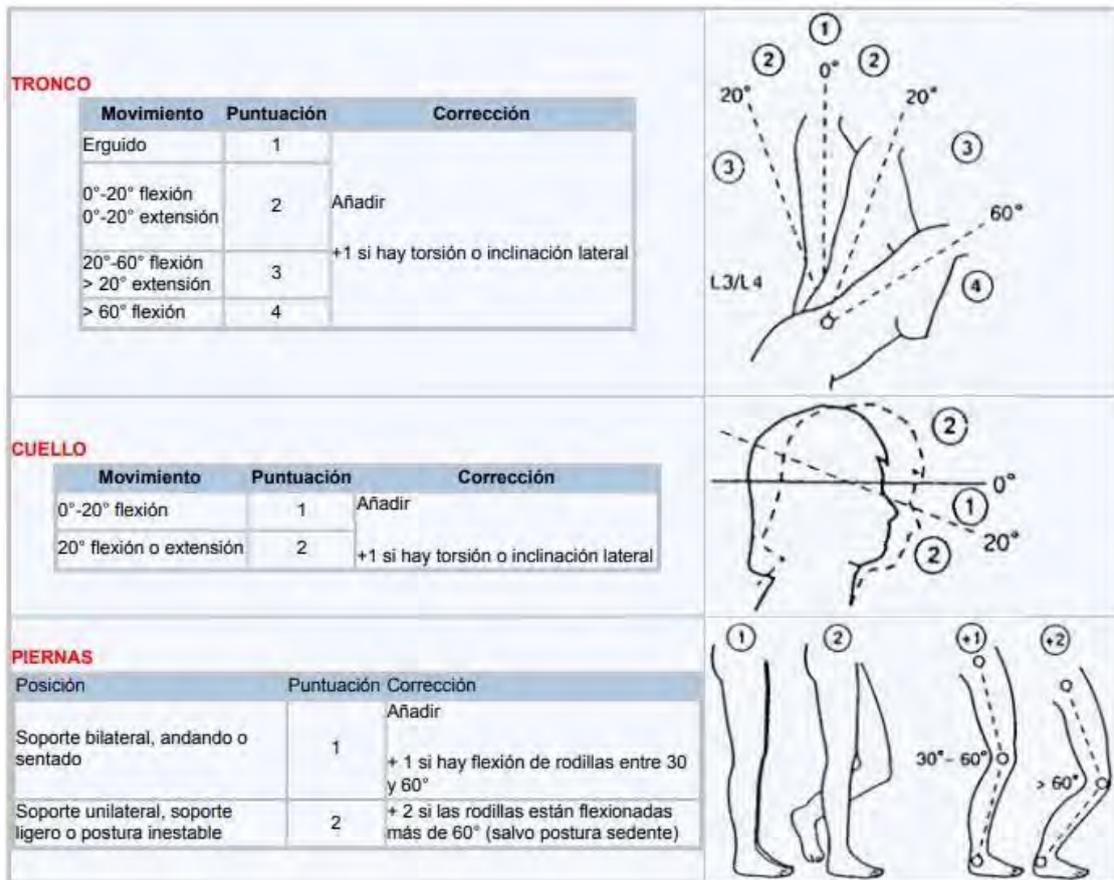


Figura 3.8 Indicadores Grupo A

Fuente: INSHT España, 2001

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

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

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

Figura 3.9 Indicadores REBA Grupo B

Fuente: INP sector activo, 2009

Con el uso de ambas tablas podremos puntuar las posturas de cada segmento del cuerpo y poder determinar el esfuerzo realizado. Una vez definido el puntaje por parte y segmento se realizan los cruces en las siguientes tablas para cada grupo y determinar el puntaje por cada uno.

Tabla 3.7 Tabla A y carga/fuerza

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

TABLA CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 kg	5-10 kg	10 kg	instauración rápida o brusca

Fuente: INSHT España, 2001

Tabla 3.8 Tabla B y Agarre

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

0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

Fuente: INSHT España, 2001

Finalmente, con ambos valores resultados de los cruces hechos en las tablas A y B, se hace un último cruce en la tabla C. Para obtener el valor final y poder determinar el nivel del riesgo y la urgencia de realizarse o no el cambio.

Tabla 3.9 Tabla C y puntuación de la actividad

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

Actividad	
	+1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.
	+1: Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto.
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

Fuente: INSHT España, 2001

Finalmente, con la puntuación de la actividad se realiza la comparación con los rangos en la tabla de riesgos y acción.

Tabla 3.10 Tabla de riesgos y acción

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	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: INSHT España, 2001

Ya descrita la metodología, se puede realizar de manera más rápida la evaluación de las posturas durante las actividades en los puestos de trabajo.

En general, durante la operación se observaron dos posturas básicas en los puestos de trabajo. La primera, es la postura de operación básica con el operador sentado, ambos brazos en los controles y el cuerpo inclinado para tener visión hacia abajo; y la segunda, una postura que se toma cada cierto tiempo para poder controlar el panel lateral de la cabina con la que el operador desplaza la grúa a lo largo de muelle para posicionarse en la siguiente área de trabajo.

1.

2.



Figura 3.10 Posturas en las grúas QC y RTG

Fuente: Empresa

En las siguientes tablas se valorizan cada una de las posturas mostradas en la figura.

Tabla 3.11 Tabla: Evaluación de la postura básica

Postura de Operación 1		
Grupo A	Puntaje	Razón
Tronco	2	inclinación entre 0 - 20°
Cuello	2 + 1	inclinación entre 0 - 20°, más inclinación
Piernas	1 + 1	Sentado con flexión entre 30 - 60 °
Carga/fuerza	0	menor a 5 kg
sub total	5	Cruce en tabla A
Grupo B	Puntaje	
Brazo	2 (-1)	inclinación entre 20° - 45°, con apoyo
Antebrazo	1	flexión entre 60° - 100°
Muñeca	1 +1	flexión entre 0 - 15°, con torsión
Agarre	1	regular
sub total	3	Cruce en la tabla B
	Puntaje	
Tabla C	4	cruce en la Tabla C, con los valores del grupo A y B
adicional	(+1)(+1)	una o más partes permanecen estáticas por más de 1 min y postura repetitiva
Total	6	

Elaboración Propia

Como observamos de la tabla, haciendo el análisis para los segmentos del grupo A, se obtuvo un puntaje parcial de 5, para los segmentos del grupo B un puntaje de 3. Realizando el cruce de puntajes en la tabla C se obtuvo 4; sin embargo, como una o más partes permanecen en una misma posición por más de un minuto (como el cuello y tronco) y además con posturas repetitivas, se añade +2 al puntaje obteniéndose finalmente 6.

Finalmente, usando la tabla de Riesgos y acción podemos ver claramente que los puntajes entre 4 – 7 son de riesgo medio y el cambio es necesario para evitar más lesiones, o mayores lesiones.

Tabla 3.12 Tabla: Evaluación postura secundaria

Postura de Operación 2		
Grupo A	Puntaje	Razón
Tronco	1 (+1)	Erguido, pero con torsión
Cuello	1 (+1)	flexión entre 0 - 20°, pero con torsión
Piernas	1 (+1)	Sentado con flexión entre 30 - 60 °
Carga/fuerza	0	menor a 5 kg
sub total	4	Cruce en tabla A
Grupo B	Puntaje	
Brazo	3	flexión entre 45 - 90°
Antebrazo	1	flexión entre 60° - 100°
Muñeca	1	flexión entre 0 - 15°, con torsión
Agarre	1	regular
sub total	4	Cruce en tabla B
	Puntaje	
Tabla C	4	cruce en la Tabla C, con los valores del grupo A y B
adicional	(+1)	Posturas inestables
Total	5	

Elaboración propia

Como observamos de la tabla, haciendo el análisis para los segmentos del grupo A, se obtuvo un puntaje parcial de 4, para los segmentos del grupo B un puntaje de 4. Realizando el cruce de puntajes en la tabla C se obtuvo 4; sin embargo, debido a ser una postura inestable se añade +1 al puntaje obteniéndose finalmente 5.

Finalmente, usando la tabla de Riesgos y acción podemos ver claramente que los puntajes entre 4 – 7 son de riesgo medio y el cambio es necesario para evitar más lesiones, o mayores lesiones.

De esta manera gracias a la herramienta REBA queda justificada la necesidad de realizar un cambio en los puestos de trabajo de las grúas QC y RTG, ya que, la actual manera de operarlas presenta un riesgo considerable para los operadores.

No obstante, para cerciorar la urgencia del cambio o mejor acondicionamiento de los puestos de trabajo también se evaluarán estas actividades con el uso de la herramienta OWAS. La metodología OWAS se basa en la codificación de las distintas posturas de las partes del cuerpo: tronco, brazos, piernas y la carga a la que el cuerpo está sometido durante la realización de sus actividades. La evaluación que se realizará será simple dado que solo se trabajará como una sola fase, la actividad fue observada durante unos 15 a 20 minutos y como se definió en método anterior, solo se observaron dos fases fundamentales durante la operación. A continuación, se presentan las cuatro tablas de codificación de las posturas: Espalda, brazos y piernas y la carga soportada.

Tabla 3.13 Codificación de espalda y brazos

Posición de espalda		Primer dígito del Código de postura.	Posición de los brazos		Segundo dígito del Código de postura.
Espalda derecha El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas.		1	Los dos brazos bajos Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros.		1
Espalda doblada Existe flexión del tronco. Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20° (Mattila et al., 1999).		2	Un brazo bajo y el otro elevado Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro otro, o parte del otro, está situado por encima del nivel de los hombros.		2
Espalda con giro Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°.		3	Los dos brazos elevados Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros.		3
Espalda doblada con giro Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea.		4			

Fuente: Ergonautas, 2015

Con estas tablas podremos determinar la criticidad de la parte superior del cuerpo como lo son la espalda y brazos.

Tabla 3.14 Codificación de piernas

Posición de las piernas		Tercer dígito del Código de postura
Sentado		1
De pie con las dos piernas rectas con el peso equilibrado entre ambas		2
De pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas		3
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas <small>Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.</small>		4
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado entre ambas <small>Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.</small>		5
Arrodillado El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.		6
Andando		7

Fuente: Ergonautas, 2015

Una vez realizada la codificación para cada una de las posturas detectadas durante la evaluación se procede con el cruce de códigos en las siguientes tablas:

Tabla 3.15 Clasificación de las categorías de riesgo de los "códigos de postura"

		Piernas																				
		1 Carga			2 Carga			3 Carga			4 Carga			5 Carga			6 Carga			7 Carga		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Espalda	Brazos																					
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3
2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
3	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
4	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Fuente: Ergonautas, 2015

Tabla 3.16 Clasificación de las categorías de riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa

		ESPALDA									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Espalda derecha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Espalda doblada	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Espalda con giro	3	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
Espalda doblada con giro	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
		BRAZOS									
Los dos brazos bajos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Un brazo bajo y el otro elevado	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Los dos brazos elevados	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
		PIERNAS									
Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
De pie	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Sobre pierna recta	3	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Sobre rodillas flexionadas	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Sobre rodilla flexionada	5	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Arrodillado	6	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
Andando	7	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
FRECUENCIA RELATIVA (%)		≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%

Fuente: Ergonautas, 2015

Finalmente, con los valores encontrados en ambas tablas se analiza la siguiente tabla del método OWAS para determinar el nivel del riesgo y la acción correctiva a tomar.

Tabla 3.17 Tabla de categoría de riesgo y acciones correctivas

Categoría de Riesgo	Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Acción correctiva
1	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Fuente: Ergonautas, 2015

Ya explicada de una mejor manera la metodología del método OWAS se procede a realizar los cálculos de cada una de las posturas observadas en los puestos de trabajo.

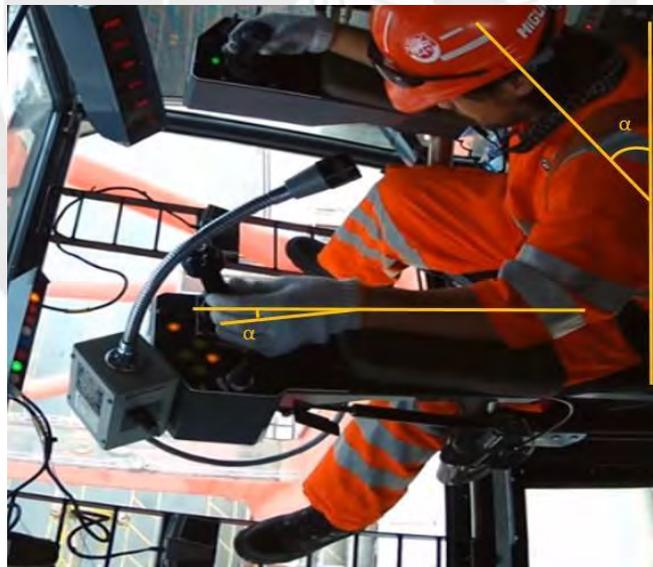


Figura 3.11 Operador en postura básica de operación
Fuente: Empresa

En esta primera imagen que muestra la postura básica de operación, los resultados serían los siguientes

Tabla 3.18 Evaluación OWAS de la postura básica

		Parte/Segmento	Codificación	Razón
código de postura	1er dígito	Espalda	2	existe flexión del tronco, con inclinación mayor a 20°
	2do dígito	Brazos	1	nivel de los brazos bajo la altura de los hombros
	3er dígito	Piernas	1	sentado
	4to dígito	Carga	1	menos de 10 kg
		Cruce tabla "código de postura"	2	
		Parte/Segmento	Codificación	Razón
Frecuencia relativa	Espalda doblada		3	se mantiene esta postura durante toda la observación
	brazos bajos		1	se mantiene esta postura durante toda la observación
	Piernas/sentado		1	se mantiene esta postura durante toda la observación

Elaboración propia

Como se puede observar cuando se realiza el cruce en la tabla de código de postura se obtiene como resultado de la codificación el valor de 2, que analizándolo en la tabla de categoría de riesgos y acciones correctivas se detecta que la postura tiene posibilidad de causar daños musculo-esqueléticos a los operadores y requieren acciones correctivas en un futuro cerca. Por otro lado, analizando la tabla de la frecuencia relativa podemos ver que la parte o segmento del cuerpo que está más expuesta a lesiones fuertes es la espalda debido a la inclinación a la que es sometido y el tiempo que permanece en dicha posición.

Ahora realizando la prueba en la siguiente postura, se obtuvo los siguientes resultados mediante el uso del método OWAS.



Figura 3.12 Operador en postura secundaria
Fuente: Empresa

Tabla 3.19 Evaluación OWAS para la postura secundaria

		Parte/Segmento	Codificación	Razón
código de postura	1er dígito	Espalda	3	Existe torsión del tronco superior a 20°
	2do dígito	Brazos	2	un brazo elevado y el otro bajo
	3er dígito	Piernas	1	sentado
	4to dígito	Carga	1	menos de 10kg
		Cruce tabla "código de postura"	2	
		Parte/Segmento	Codificación	Razón
Frecuencia relativa		Espalda con giro	1	esta postura no se realiza con una frecuencia mayor al 10% del tiempo observado
		un brazo elevado y uno bajo	1	esta postura no se realiza con una frecuencia mayor al 10% del tiempo observado
		Piernas/sentado	1	se mantiene esta postura durante toda la observación

Elaboración propia

Realizando el cruce de codificación en la tabla de código de postura, se obtiene el mismo valor 2 que en la postura básica de operación; es decir, que la postura podría generar daños o problemas musculoesqueléticos y la corrección es necesaria y debe darse en un futuro cercano. Sin embargo, el método no culmina y debe evaluarse también la tabla de la frecuencia relativa en la cual los valores que se observan son todos 1, debido a que esta postura no se ejecuta o realiza de manera continua, y menos por un tiempo muy prolongado. Para el método OWAS, la postura secundaria no sería un origen de problemas graves para la salud e integridad de los operadores.

Finalmente, ya evaluados los puestos de trabajo haciendo uso de las herramientas ergonómicas REBA y OWAS se presenta una tabla resumen de los resultados obtenidos de los cálculos y aplicaciones.

Tabla 3.20 Resumen de la evaluación ergonómica

		Método REBA		Método OWAS		Riesgo de la actividad
		Impacto	Acción	Impacto	Acción	
Postura básica	Puesto RTG	Riesgo medio	cambio necesario	Posible causa de daños	requiere acciones correctivas	criticidad media
	Puesto QC	Riesgo medio	cambio necesario	Posible causa de daños	requiere acciones correctivas	criticidad media
Postura secundaria	Puesto RTG	Riesgo medio	cambio necesario	posibilidad baja de daños	el cambio no es urgente	criticidad baja
	Puesto QC	Riesgo medio	cambio necesario	posibilidad baja de daños	el cambio no es urgente	criticidad baja

Elaboración propia

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE LAS PROPUESTAS Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Luego de haber explicado las herramientas a utilizar, y de los resultados obtenidos en la aplicación, en el presente capítulo se evalúan dichos resultados con la finalidad de encontrar la propuesta de mejora más adecuada para cada uno de los problemas o actividades analizados en el capítulo anterior. En esta sección se busca mostrar las mejoras propuestas y todo lo que conlleva el proceso de su implementación. Así también, se mostrará la metodología de la implementación de la propuesta; es decir, el cómo, cuándo y cuánto tiempo tomará realizar el plan.

4.1. Mejora en los puestos de trabajo

Debido a que en el presente trabajo las actividades analizadas a lo largo de los capítulos son los puestos de los operadores de grúas RTG y QC y que como se ha observado presentan las mismas actividades críticas y los mismos problemas en los operadores, las propuestas que se mencionarán a continuación aplicarán para ambos puestos de trabajo.

Como se ha descrito en capítulos anteriores los operadores han venido reportando muy a menudo dolencias en la zona lumbar y cervical de la espalda (espalda baja y cuello), esto debido a la postura que deben de adoptar. A pesar de que la empresa ha tomado medidas correctivas como la reducción de horas de trabajo y capacitaciones ergonómicas, los operadores aún están bajo riesgos disergonómicos.

4.1.1 Asiento de los operadores:

En resumen, esta propuesta consta de la implementación de un asiento que cuente con las medidas antropométricas promedio de los operadores y que además cuente con la regulación adecuada de acuerdo al porcentaje de variación antropométrica tanto de la altura del asiento como de las posaderas o coderas. Esto con el objetivo de que el operador pueda tener la postura adecuada en todo momento de acuerdo a las dimensiones de su cuerpo asegurando además la comodidad para trabajar de los operadores.

Algunas consideraciones a tomar en cuenta para el nuevo diseño del asiento son:

- Profundidad del asiento: Los individuos menores apoyen la espalda sin que el borde del asiento presione la parte posterior de las piernas.
- Altura del asiento: Los individuos menores puedan apoyar los pies en el piso para evitar alta compresión en los muslos y el equilibrio aumente.
- Altura superior de la superficie de trabajo: Que los individuos menores coloquen antebrazos horizontalmente sobre la superficie, formando un ángulo recto con los brazos descansando a ambos lados del cuerpo.
- La altura sacro lumbar: para definir la parte inferior de la espalda, y debe ser 1.5 veces el espacio de la cadera. Visualizar imagen 4.1.
- La altura subescapular: para definir el borde superior del espaldar, y debe ser 3 veces el espacio de cadera. Visualizar imagen 4.1.

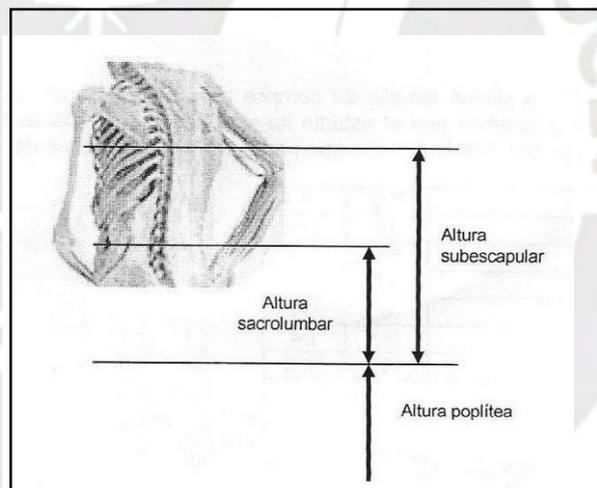


Figura 4.1 Alturas referenciales de la espalda
Fuente: Diapositivas del curso Estudio del Trabajo, 2015

Recopilando información de la empresa, del área de tópicos se obtuvo que el promedio de estatura en el puerto entre todos los operadores de grúas es de 1.70m aproximadamente. Con esta información y los datos en las imágenes siguientes adjuntas, se podrá determinar las medidas que el asiento de la propuesta deberá de poseer.

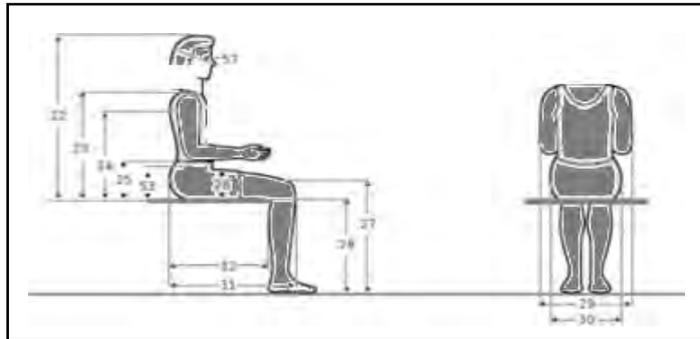


Figura 4.2 Dimensiones Antropométricas

Fuente: Diapositivas del curso Estudio del Trabajo, 2015

Tabla 4.1 Medidas Antropométricas mínima y máxima de los operadores

		Mín (cm)	Máx (cm)
22	Altura normal sentado	85	90
23	Altura hombro sentado	56	63
24	Altura omoplato	43	48
25	Altura codo sentado	24	28
26	Altura max. Muslo	No necesario	No necesario
27	Altura rodilla	49	55
28	Altura poplítea	39	45
29	Anchura de codos	55	65
30	Anchura de caderas	45	52
31	Long. Nalga Rodilla	58	64
32	Long. Nalga Poplítea	47	53

Fuente: La empresa

Los datos presentados en la tabla anterior fueron otorgados por el área de tópicos de la empresa que cuentan con un historial de las condiciones de salud de los trabajadores, que se encarga del control de salud y medición de las medidas antropométricas de los operadores y nuevos ingresantes. Con los datos de la tabla 4.1 se realizará el diseño del asiento del operador, teniendo como referencia la figura 4.3 para su elaboración. Así también, se tomarán muchas de las medidas máximas como referencia y se tendrá en cuenta en el diseño, la regulación de medidas para acortar o alargar, subir o bajar ciertas partes del asiento para que cada operador lo pueda regular a su preferencia y comodidad.



Figura 4.3 Imagen referencial del asiento mejorado

Fuente: Página web W. GESSMANN

La principal diferencia entre la situación actual y la propuesta presentada en la figura es que el nuevo asiento contará con las medidas antropométricas de acuerdo a las medidas de un operador peruano, ya que, el actual, al ser un producto “estándar” cuenta con medidas que no se adecuan a las medidas de todos los operadores de la empresa. Con esta implementación se logrará que los trabajadores se encuentren en un área más amigable a sus dimensiones corporales.

Como se mencionó líneas arriba, la implementación de una mejor silla hará mucho más cómoda la postura y la realización de las actividades de los operadores, y esto a su vez se verá traducido en una mejor efectividad de realización de las actividades. Entonces, cuando una realiza este tipo de mejoras, el impacto positivo y beneficios no solo se verán reflejados en la satisfacción de los operadores sino también en los resultados que estos logren para la empresa.

4.1.2 Implementación de un sistema video-cámara-tv

Como se observó en el capítulo anterior, las mayores molestias musculares que presentan los operadores son en la zona lumbar y del cuello, debido principalmente a la postura que se ven forzados a tomar, ya que deben de visualizar el manipuleo de la carga inclinando el tronco aproximadamente unos 45° y respecto a ese ángulo el cuello unos 30° generando los problemas ya mencionados; lo que se desea lograr con la implementación de un sistema video-cámara es que el operador pueda ver exactamente lo mismo pero a través de una pantalla que la puede visualizar justo en frente de él sin la necesidad de adoptar dichas posturas incómodas. Este modelo de implementación de un sistema video-cámara ya ha sido implementado en el puerto Manzanillo International Terminal (MIT) en Panamá, con el adicional de que se invirtió en la manipulación remota desde una oficina lejana de la misma grúa. Los resultados de esta implementación fue que el indicador de movilización de contenedores aumentó de 31-32 a 37 contenedores. Además, los operadores se encuentran mucho más cómodos trabajando desde una oficina que dentro de una máquina a varios metros del suelo y con posturas demasiado incómodas que perjudican la salud. Bajo esta prueba verídica con resultados óptimos es válido el uso de un sistema video-cámara TV solo que para el presente estudio el puesto de trabajo seguirá siendo la cabina del operador.

Cámara de vídeo: Los requisitos principales para la elección de la cámara de video que será utilizada en la implementación son que, la cámara debe de poder trabajar y brindar una imagen nítida tanto de día como de noche, tener un alcance de visión mínima de 100 metros, contar con giro de visualización, y tener la capacidad de poder brindar video en tiempo real. A continuación, se presentan algunas propuestas de cámaras con los requisitos para la buena operación.

- La GVS1000 Cámara de largo alcance (BOSCH)



Figura 4.4 Cámara de largo alcance

Fuente: Página web de BOSCH

- Cámara con capacidad de filmación de día y de noche
- Lente con zoom motorizado de 60x
- Capacidad de giro
- Alcance mayor a 100 metros

- Sony Starvis 2Mpx



Figura 4.5 Cámara de video

Fuente: Página de Sony

- Capacidad de filmación de día y de noche
- Alta calidad de filmación con zoom de hasta 40x

- Capacidad de giro
- Alcance de hasta 80 metros

Monitor de visualización: En cuanto a la pantalla donde el operador podrá visualizar las imágenes y video en tiempo real deberá contar con un tamaño aceptable al espacio de la cabina (17 pulg – 25 pulg). Además, deberá tener la capacidad operacional de poder trabajar y ser compatible con la cámara de vídeo con el objetivo de brindar imágenes en tiempo real y sin ningún tipo de interferencia.

- Monitor LED HD serie UML (BOSCH)



Figura 4.6 Monitor de visualización

Fuente: Página Web de BOSCH

- Iluminación de LED
- Tamaño de 18.51 pulg. – 21.53 pulg.
- Capacidad operativa con sistema de video cámara
- Imágenes en HD, de gran nitidez

- Monitor LED HD (Samsung)



Figura 4.7 Monitor de visualización

Fuente: Página Web de Samsung

- Iluminación de LED
- Tamaño de 25pulg.
- Capacidad operativa con sistema de video cámara
- Imágenes en HD

La implementación piloto será aplicada inicialmente a una de las grúas para evaluar la relación con los operadores y paralelamente los operadores irán siendo capacitados en un área con la que la empresa cuenta denominada Simulador en la que se acondicionará el nuevo puesto de trabajo para los operadores de grúas RTG y QC.

4.2. Evaluación Ergonómica del nuevo puesto de trabajo.

Ya explicadas cada una de las propuestas de mejora, se entiende mucho mejor de cómo quedaría el puesto de trabajo; sin embargo, más allá de poder explicarlo, es necesario sustentar por qué sería menos riesgoso la realización de las actividades de los operadores con las propuestas y para ello se realizará la evaluación ergonómica con las herramientas REBA y OWAS.

Debido a que la mejora es la misma tanto para el puesto de operador de QC como para el de RTG, se presentará solo una tabla del análisis de cada una de las evaluaciones con las herramientas (Reba y Owas).

Tabla 4.1 Evaluación de la postura básica- mejora

REBA		
Postura de Operación		
Grupo A	Puntaje	Razón
Tronco	1	inclinación entre 0 - 20°
Cuello	1	inclinación entre 0 - 20°, más inclinación
Piernas	1	Sentado con flexión entre 30 - 60 °
Carga/fuerza	0	menor a 5 kg
sub total	1	
Grupo B	Puntaje	
Brazo	1	inclinación entre 20 - 45°, con apoyo
Antebrazo	2	flexión entre 60° - 100°
Muñeca	1	flexión entre 0 - 15°, con torsión
Agarre	0	regular
sub total	1	
Tabla C	1	cruce en la Tabla C, con los valores del grupo A y B
adicional	1 +	una o más partes permanecen estáticas por más de 1 min
Total	2	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.2 Evaluación de la postura básica- mejora

		OWAS		
		Parte/Segmento	Codificación	Razón
código de postura	1er dígito	Espalda	1	existe flexión del tronco, con inclinación mayor a 20°
	2do dígito	Brazos	1	nivel de los brazos bajo la altura de los hombros
	3er dígito	Piernas	1	sentado
	4to dígito	Carga	1	menos de 10 kg
		Cruce tabla "código de postura"	1	
		Parte/Segmento	Codificación	Razón
Frecuencia relativa	Espalda doblada		1	se mantiene esta postura durante toda la observación
	brazos bajos		1	se mantiene esta postura durante toda la observación
	Piernas/sentado		1	se mantiene esta postura durante toda la observación

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar de las dos tablas de las evaluaciones ergonómicas REBA y OWAS los números obtenidos son 2 y 1 respectivamente. Haciendo el cruce de datos en la tabla de Riesgos, se observa que el nivel de riesgo fue reducido a los niveles 0 y 1 en donde el plan de acción no es necesario ya que el área de trabajo se considera como óptimo para laborar. Además, a pesar de que el trabajo es repetitivo y la frecuencia alta, gracias a que se tiene una correcta postura (cómoda) el nivel de impacto de daños se reduce a prácticamente 0. Quedando de esta manera sustentado el hecho de que las propuestas brindadas cumplirán con los objetivos planteados para el presente trabajo.

4.3. Impacto Social

Durante el desarrollo de la presente tesis se ha venido mencionando que uno de los objetivos principales con las propuestas de mejora de los puestos de trabajo es el de buscar la comodidad para que los operadores realicen sus actividades de la mejor manera. Así también, cuando los operadores perciban que hay una preocupación hacia ellos por parte de la empresa se verán mucho más afianzados y motivados para cumplir con sus jornadas laborales, ya que como define la Asociación Española de Ergonomía (AEE): “La ergonomía es la ciencia aplicada de carácter multidisciplinar que tiene como finalidad la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, para optimizar su eficacia, seguridad y confort”.

Por otro lado, gracias a todas estas nuevas implementaciones los operadores ya no sufrirán ningún tipo de lesión musculoesquelética que lo perjudique en su trabajo o en su vida cotidiana, ya que muy aparte de que la empresa se encargara de los chequeos y rehabilitaciones de los operadores con estos trastornos, siempre es una molestia ya que son eventos que se pueden evitar con un mejor diseño de los puestos de trabajo como se ha podido entender gracias al desarrollo e investigación mostrado a lo largo del presente trabajo.

4.4. Impacto en la Empresa y la productividad

Con implementación de las propuestas no solo los operadores serán los beneficiados sino también la empresa, ya que muchas instituciones de ergonomía a través de sus páginas web como la SOPERGO, señalan que cuando un puesto de trabajo cuenta con las condiciones

ergonómicas adecuadas, la productividad de los mismos aumenta significativamente, traduciéndose para la empresa como un aumento en su producción. Así, por ejemplo, en puestos de trabajo donde las actividades se realizan en una PC, se han podido obtener resultados de hasta un +25% en la productividad. Sin embargo; estos resultados también podrían percibirse en el trabajo de estos operadores de grúa. Ya que como se muestra en la siguiente figura si existe una mala postura o adaptación ergonómica la producción tiende a bajar.



Figura 4.8 Consecuencias mala adaptación ergonómica y su relación con la antigüedad del puesto de trabajo

Fuente: Vallejo González, *La ergonomía y su influencia en la productividad*, 2000

Además, en la monografía titulada “Analizar el impacto sobre la productividad por el incumplimiento de las normas básicas de ergonomía en un puesto de trabajo de un call center”, la autora señala en una de sus conclusiones que: “... [Cuando se modifica el área de trabajo y se genera un cambio en la postura del trabajador, disminuye 12% el número de errores lo que mejora el rendimiento. Se demostró que la implementación de un programa ergonómico aumenta 90% el desempeño de cualquier actividad por parte de los trabajadores. Además, cuando se realiza retroalimentación participativa aumenta la productividad en un 46%]...” (Juliana Arias, 2016).

Otro beneficio que la empresa percibirá por el rediseño del puesto de trabajo, en este caso en específico es que, el porcentaje de ausentismo y descanso médico por estos problemas reducirán, lo que para la empresa se traduce en menores costos. Además, en un mediano plazo, se podrá hacer un reajuste de personal, ya que no será necesario el uso de operadores de relevo pues la regla de máximo 6 horas al día de trabajo acumulado para los operadores no será necesaria, gracias a que la fatiga en los músculos por la mala postura adoptada se volverá nula.

4.5. Plan de Implementación

Se detalla el plan de implementación de las mejoras propuestas.

Implementación	M1				M2				M3				M4			
	S1	S2	S3	S4												
Estudio de los procesos principales de la empresa	■	■	■	■												
Estudio de los factores ergonómicos que afectan los procesos principales					■	■	■	■								
Estudio Ergonómico									■	■	■	■				
Análisis de los Resultados													■			
Propuestas de Mejora													■	■	■	■
Evaluación Económica																■

Implementación	M5				M6				M7				M8			
	S1	S2	S3	S4												
Adquisición de materiales y artículos para implementación	■	■	■	■	■											
Implementación de mejoras y pruebas					■	■	■	■	■	■	■	■				
Capacitación del personal													■	■	■	■
Evaluación post-implementación																■

Figura 4.9 Plan de Implementación

Elaboración Propia

Además, se presenta un detalle del tiempo estimado para la implementación basado primero para la colocación del asiento. Se utilizó el tiempo promedio que les toma a los operadores del área de ingeniería cambiar un asiento antiguo por otras nuevas (4 horas). También se utilizó el tiempo que les toma realizar el cambio de joysticks malogrados y re-calibración del sistema para determinar un estimado del tiempo necesario para la instalación del nuevo centro de control centralizado (36 horas).

Por otro lado, para estimar el tiempo de instalación del sistema cámara – video se utilizó como base el tiempo que les toma el cambiar una cámara de video vigilancia en el área de monitor (12 horas).

De esta manera, tenemos los siguientes cuadros resumen para el cálculo del tiempo estimado en la actividad de implementación de mejoras y pruebas.

horas de ingeniería al día	24	Horas por asiento y mando de control	40	Horas de prueba por grúa y ajuste	2	
cantidad de RTG	21	Horas por sistema cámara - video	12			
cantidad de QC	7					
		Tiempo Totla de acondicionado de Cabina	52	Horas Total	54	
	grúas por vez	Horas de acond.	Horas de traslado	Horas necesarias	Nº Ingresos	Total horas x grúas
Capacidad área de Ingeniería (RTG)	2	54	0.5	54.5	11	599.5
Capacidad muelle (QC)	1	54	0	54	7	378
						977.5
					Cantidad de días	40.7
					cantidad de semanas	5.8

Figura 4.10 Tiempo de Implementación de mejoras

Elaboración Propia

CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

Una vez realizada la evaluación ergonómica, de haber planteado las propuestas y de un análisis del impacto tanto para las personas como para la misma empresa, se procede a evaluar la viabilidad económica de las mejoras propuestas, ya que, con mencionar los beneficios de las mismas no suele ser sustento suficiente para las empresas.

Por esta razón, en el presente capítulo se realizarán los cálculos de los costos por inversión de cada una de las propuestas y los ahorros que se lograrán al prevenir costos por ausentismo, por cubrir gastos médicos, y costos operativos. Así, de esta manera, usando los resultados calculados se mostrará la rentabilidad del plan a través de indicadores económicos.

5.1. Costos de Inversión

En esta parte se calcularán los costos en los que se incurrirán para la implementación de las mejoras, sean equipos, sistemas, mano de obra, capacitación entre otros. Y se definirán los costos que conllevaría a la empresa realizar el presente estudio.

5.1.1. Costos por inversión en las mejoras

Vienen a ser los equipos necesarios para llevar a cabo la mejora, en el presente estudio, los equipos necesarios son: los asientos dimensionados antropométricamente, las cámaras de video grabación y los monitores que estarán conectados en simultáneo con las cámaras. En la Tabla 5.1 se detallan los precios y cantidades requeridas para implementación.

Como se puede apreciar, para el caso de los equipos necesarios para las mejoras propuestas, se necesita una inversión total de S/ 300,635.68.

Tabla 5.1 Costos Incurridos por Inversión en las Mejoras

Implementación de Asiento				
	Costo Unit.	Cantidad RTG	Cantidad QC	Costo Total
Asiento Ergonómico	S/2,999.00	21	7	S/ 83,972.00
Costo Implementación	S/1,591.20	21	7	S/ 44,553.60
				S/ 128,525.60
Implementación de Sistema Cámara-video				
	Costo Unit.	Cantidad RTG	Cantidad QC	Costo Total
Cámara	S/2,999.00	21	7	S/ 83,972.00
Costo Implementación	S/ 477.36	21	7	S/ 13,366.08
TV	S/2,499.00	21	7	S/ 69,972.00
Capacitación Personal	S/1,200.00	4		S/ 4,800.00
				S/300,635.68

Elaboración Propia

Para determinar el costo asociado a la implementación de ambas mejoras, tomamos en cuenta el costo de horas hombre de los operadores del área de ingeniería de grúas, el tiempo necesario para la implementación de ambas mejoras y la cantidad de personal para realizar el trabajo. A continuación, se detalla los cálculos realizados para la obtención de este costo.

Tabla 5.2 Cálculo de costo de implementación

	Sueldo	días al mes	horas al día	horas al mes	S/. / hora
Ingeniero de grúas	S/ 3,500.00	22	8	176	S/ 19.89
	Ingeniero de grúas	S/. / hora	Tiempo de instalación /asiento	Tiempo de instalación / centro control	Costo x asiento y mando centralizado
Costo Implementación	2	S/ 19.89	4	36	S/ 1,591.20
	Ingeniero de grúas	S/. / hora	Tiempo de instalación /cámara - video	Costo x sistema cámara - video	
Costo Implementación	2	S/ 19.89	12	S/ 477.36	

Elaboración Propia

5.2. Cálculo de ahorros por prevención de descansos médicos y horas extras

Como se mencionó a lo largo de toda la presente evaluación y desarrollo de tesis, el objetivo de las mejoras propuestas es la reducir el ausentismo de los trabajadores debido a lesiones ergonómicas ocasionadas por las largas horas de jornada y a la inadecuada postura en la que trabajan. Es así, que debido al ausentismo generado, la empresa incurre en gastos directos a dicha ausencia como lo son: gastos por atención médica a sus colaboradores y al costo de reemplazo de estos colaboradores.

En cuanto al costo asociado por atención médica, en cual se incluye: la consulta médica, el diagnóstico, medicamentos y tratamiento, se estimó el costo de S/. 500 por cada caso de este tipo de lesiones. Por otro lado, en el caso del costo por concepto de reemplazo de personal se toma en cuenta los siguientes factores y características.

- Primeras 2 horas : x1.25 el costo de hora normal
- Siguiendo horas : x1.35 el costo de hora normal

Para cubrir un solo turno de un operador ausente, la empresa solicita que 2 operadores cubran esas 8 horas por turno, de manera que, cada uno haga 4 horas (2 con factor 1.25 y 2 con factor 1.35).

Primero determinas en la siguiente tabla el costo el costo Hora-hombre por cada tipo de grúa.

Tabla 5.3 Costo x Hora Hombre

	Sueldo x mes	Sueldo x Día (23 días)	Sueldo x Hora (8 horas)
Operadores RTG	S/ 5,000.00	S/ 217.39	S/ 27.17
Operadores QC	S/ 5,500.00	S/ 239.13	S/ 29.89

Elaboración Propia

Ahora con el historial de casos de ausentismo de los años anteriores (2017 – 2018) determinados un promedio para el presente año y lo transformamos a horas laborables como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.4 Horas de Ausentismo estimado, 2019

	Casos de Ausentismo			Horas 2019
	2017	2018	Promedio casos 2019	
Operadores RTG	111	99	105	840
Operadores QC	65	47	56	448
	176	146	161	1288

Elaboración Propia

Finalmente para determinar el costo por atención médica y costo de reemplazo de personal determinamos que la mitad de horas de cada tipo de operador (RTG y QC) se multiplicará por los factores de horas extra ya mencionados por el costo de HH normal obteniendo así el costo total por año de estos campos como se puede apreciar en la siguiente tabla, obteniéndose el costo total de: **S/.127, 582**

Tabla 5.5 Cálculo de Costo Total por atención médica y reemplazo de personal

	Horas 2019	Sueldo x Hora	Factor Horas extras (primeras 2hrs)	Costo x Hora	Costo de Reemplazo
Operadores RTG	420	S/ 27.17	1.25	S/ 33.97	S/ 14,266.30
Operadores QC	224	S/ 29.89	1.25	S/ 37.36	S/ 8,369.57
					S/ 22,635.87

	Horas 2019	Sueldo x Hora	Factor Horas extras (siguientes horas)	Costo x Hora	Costo de Reemplazo
Operadores RTG	420	S/ 27.17	1.35	S/ 36.68	S/ 15,407.61
Operadores QC	224	S/ 29.89	1.35	S/ 40.35	S/ 9,039.13
					S/ 24,446.74

Costo de atención médica	S/ 80,500.00
Costo de sustitución de personal	S/ 47,082.61
	S/ 127,582.61

Elaboración Propia

5.3. Cálculo de futuras ganancias por la implementación de mejoras propuestas

Como se mencionó en el capítulo anterior, la ergonomía afecta de manera directa la productividad de un trabajador, hace más eficiente el trabajo o actividad que desarrolla. Así, para este caso en específico se espera una mejora de 25 % en la productividad de estas actividades, en la siguiente tabla se puede observar la productividad esperada y en base a ella se determinará la ganancia esperado por la implementación.

Tabla 5.6 Movimientos por Hora

	Promedio de movimientos x hora	
	Actual	Con mejora
QC	30	38
RTG	14	18

Elaboración Propia

Además, es necesario conocer el costo y cobro asociado a la manipulación de cargas por parte de estas dos grúas dentro de las actividades productivas. Los siguientes datos fueron extraídos de una hoja de control que utiliza la empresa que es actualizada cada 3 meses, dichos datos se presentan en la siguiente tabla de forma resumida.

Tabla 5.7 Ganancia por Movimiento Unitario y según tamaño de carga

	Cobro x Movimiento			Costo x Movimiento	Ganancia x Movimiento
	20'	40'	Promedio		
QC	S/ 321.35	S/ 482.92	S/ 402.13	S/ 100.00	S/ 302.13
RTG	S/ 350.00	S/ 375.00	S/ 362.50	S/ 100.00	S/ 262.50

Elaboración Propia

Con los datos mostrados en las tablas 5.6 y 5.7 se procede a calcular las ganancias, comparando la productividad actual y la esperada luego de la implementación de las mejoras propuestas. Detalle de las ganancias de acuerdo a la situación.

Tabla 5.8 Cálculo de ganancias

CON PROPUESTA DE MEJORA					ACTUAL			
	Movimientos x Hora	Ganancia x Movimiento	Ganancia x Hora	Ganancia x Día	Movimientos x Hora	Ganancia x Movimiento	Ganancia x Hora	Ganancia x Día
QC	38	S/ 302	S/ 11,481	S/ 241,100	QC	30	S/ 302	S/ 9,064
RTG	18	S/ 263	S/ 4,725	S/ 99,225	RTG	14	S/ 263	S/ 3,675

	Ganancia x Mes	Ganancia x Año	Ganancia x Año
5 QC	S/ 7,232,992	S/ 86,795,906	S/ 433,979,532
14 RTG	S/ 2,976,750	S/ 35,721,000	S/ 500,094,000

	Ganancia x Mes	Ganancia x Año	Ganancia x Año
5 QC	S/ 5,710,257	S/ 68,523,084	S/ 342,615,420
14 RTG	S/ 2,315,250	S/ 27,783,000	S/ 388,962,000

	Diferencia x Año
QC	S/ 91,364,112
RTG	S/ 111,132,000
	S/ 202,496,112

Elaboración Propia

Finalmente, se obtiene la diferencia entre la situación actual y la propuesta para obtener la diferencia que se percibirá por la implementación de las mejoras, este monto ingresará al flujo de caja ya que para años próximos sería parte de los ingresos del proyecto.

Tabla 5.9 Ganancia por implementación de mejoras

	Diferencia x Año
QC	S/ 91,364,112
RTG	S/ 111,132,000
	S/ 202,496,112

Elaboración Propia

5.4. Flujo de Caja

Ahora, con los datos obtenidos se procederá a la elaboración del flujo de caja y se determinarán los indicadores TIR y VAN para determinar si el proyecto es viable o no.

Analizando los resultados obtenidos por el flujo de caja, se obtuvo un TIR de 117.50%, el cual es mayor a la Tasa Mínima de Rendimiento Aceptable planteado (TMAR = 25%), mientras que el indicador VAN posee un valor de S/. 893, 226. Además, se puede observar que la inversión realizada se recuperará al año siguiente de la implementación.

En conclusión, el análisis tanto del flujo de caja y sus indicadores exponen que es viable económicamente la implementación de las mejorar propuestas, por lo que es recomendable su aplicación para mejorar la situación actual de la empresa y lograr también una mejora en la calidad de trabajo de sus colaboradores del área de operaciones.

PERIODO	AÑO 0				
	2019	2020	2021	2022	2023
COSTOS					
Costo Total en Mejoras	-S/ 237,916.00				
Costo de Capacitación	-S/ 4,800.00	-S/ 4,800.00	-S/ 4,800.00	-S/ 4,800.00	-S/ 4,800.00
Costo Total	-S/ 242,716.00	-S/ 4,800.00	-S/ 4,800.00	-S/ 4,800.00	-S/ 4,800.00
AHORROS Y GANANCIAS					
Ahorros por Ausentismo	S/ -	S/ 127,582.00	S/ 127,582.00	S/ 127,582.00	S/ 127,582.00
Ganancias	S/ -	S/ 202,496.00	S/ 202,496.00	S/ 202,496.00	S/ 202,496.00
Ahorro Total	S/ -	S/ 330,078.00	S/ 330,078.00	S/ 330,078.00	S/ 330,078.00
FLUJO ECONÓMICO					
Flujo Neto	-S/ 242,716.00	S/ 82,562.00	S/ 407,840.00	S/ 733,118.00	S/ 1,058,396.00
INDICADORES	TIR	117.50%			
	VAN	S/893,226.62			

Figura 5.1 Flujo de Caja del Proyecto

Elaboración Propia

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este último capítulo se mencionarán todas las conclusiones respecto al impacto de la implementación de las mejoras propuestas.

6.1. CONCLUSIONES:

- Los resultados obtenidos en la evaluación ergonómica concluyeron que, las posturas actuales de trabajo eran la razón principal de los casos de ausencia en estos puestos de trabajo y que además perjudicaban la eficiencia de los trabajadores debido a la fatiga muscular parte del trabajo.
- Según los resultados obtenidos tanto en la evaluación ergonómica como económica se puede concluir que la implementación de las mejorar propuestas beneficia tanto a los trabajadores como a la empresa. Los operadores se encontrarán en un ambiente mucho más saludable, y podrán desarrollar sus actividades sin temor a sufrir daños a futuro, así también al mejorar la productividad de sus trabajadores, la empresa no solo mejorará las relaciones con sus colaboradores, mejorará indicadores de producción, reducirá gastos en horas extras, sino también habrá mayores ganancias y un mejor nivel de servicio ofrecido.
- Las metodologías de evaluación ergonómica que se utilizaron resultaron efectivas, ya que mediante su uso se logró obtener resultados precisos y lo más importante en un plazo de tiempo corto para realizar el estudio ergonómico y posteriormente generar propuestas.
- Respecto a la evaluación económica, se puede precisar que acorde al valor obtenido de los indicadores, el proyecto es aceptable ya que, el valor del $TIR=117\%$ es mucho mayor a la tasa esperada (25%) al igual que el valor del $VAN = S/. 893, 226$ es positivo y considerable para invertir. Concluyéndose que las propuestas de mejora son altamente rentables.

6.2. RECOMENDACIONES:

- Posterior a la implementación de los asientos se recomienda tomar un registro de las solicitudes de los operadores respecto a la comodidad de las medidas de las mismas, tanto respaldar, braceras y altura de asiento con respecto del suelo y contar con un registro completo de las solicitudes y poder realizar los ajustes convenientes y ofrecer medidas finales a los asientos para que los operadores al realizar los relevos puedan ellos mismos ajustarlos de manera rápida y sencilla.
- Se recomienda que se realice un mantenimiento trimestral tanto a los asientos como a los equipos de visualización (cámaras y monitores) para verificar el correcto funcionamiento cámara-video en tiempo real y no exista un desfase. Así también, con respecto al asiento, poder sustituir artículos por nuevos (braceras, cabeceras, asiento, respaldar) y mantener la comodidad deseada dentro del área de trabajo.
- Se recomienda al área de mantenimiento, que durante 6 meses de manera mensual realice una encuesta a los trabajadores con respecto a la mejora percibida con los cambios de asiento y la implementación del sistema cámara-video, y así, de esta manera, poder tener una mejor retroalimentación y poder comparar los resultados esperados con los obtenidos realmente.
- Se recomienda al área de operaciones, crear un curso de capacitación con frecuencia anual sobre el uso de los asientos y del sistema cámara-video para que de esta manera el personal pueda utilizar de una mejor manera los dispositivos brindados para su mejor y más cómoda labor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asencio-Cuesta, Sabina; Bastante Ceca, José & Diego Más, José
2012 Evaluación ergonómica de puestos de trabajo (1ra. Ed.). Madrid, España: Paraninfo
- Barrera Betancourt, Carlos; Saldaña Pazmiño, Esteban
2016 Riesgos de Altura: Análisis Postural de los Operadores de Grúa de Puerto de Guayaquil. (Trabajo de Titulación). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Callejón Ferre, Ángel Jesús
2009 Índices Ergonómicos-Psicosociales en Invernaderos tipo “Almería” (Tesis doctoral). Universidad de Almería, España.
- Castelló, Purificación & García, Carlos.
2003 Estudio ergonómico del puesto de manipulador de grúa portuaria. Revista de Biomecánica, N°40, pp. 29-33.
- Llaneza Álvarez, F. Javier
2008 Ergonomía y Psicología Aplicada (10ma. Ed.). Valladolid, España: Lex Nova.
- López, Jorge
2018 Ergonomía: Qué es y su importancia. Revista Forbes. Consulta: 3 de mayo de 2019
<http://forbes.es/business/39256/ergonomia-que-es-y-su-importancia/>
- Manel Berenguer, Joan
2015 El Método FINE de valoración de riesgos. PrevenBlog. Consulta 12 de mayo de 2019
<http://prevenblog.com/puntos-criticos-esconde-metodo-fine-valoracion-riesgos/>

- Mundo Marítimo Informática Marítima de Latinoamérica
 - 2011 Grúa pórtico a control remoto en puerto panameño de Manzanillo. Consulta: 04 de octubre de 2019
<https://www.mundomaritimo.cl/noticias/grua-portico-a-control-remoto-en-puerto-panameno-de-manzanillo>
- Navarro, Francisco
 - 2015 La Biomecánica y el Diseño de Puestos de Trabajo. Revista digital INESEM. Consulta: 5 de mayo de 2019
<https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/la-biomecanica-y-el-diseno-de-puestos-de-trabajo/>
- Nogareda Cuixart, Silvia
 - 2014 Determinación del metabolismo energético mediante tablas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Notas Técnicas de prevención nº1011
<https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/1008a1019/ntp-1011.pdf>
- Piñeda Geraldo, Aldo
 - 2007 Ergonomía y Antropometría aplicada con criterios ergonómicos en puestos de trabajo de un grupo de trabajadores del subsector autopartes en Bogotá. Revista republicana. ISSN: 1909-4405. No 2- 3, pp.135 – 150.
<http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/revistarepublicana/artic le/view/121/95>
- Rodríguez Macias, Gerónimo
 - 2004 Nuevas estrategias en procesos de trabajo & ergonomía aplicada binomio proactivo que beneficia a la productividad empresarial (“lean manufacturing” & ergonomía aplicada: más productividad menos probabilidad de lesiones). Memorias del VI Congreso Internacional de Ergonomía, Sociedad de ergonomistas de México. Universidad de Guanajuato, México. Pp. 99-107
<http://www.semec.org.mx/archivos/6-36.pdf>

ANEXOS

Anexo 1 Matriz y tablas para la aplicación del método FINE

El grado de riesgo se obtiene de la expresión

Grado de riesgo=Consecuencias x exposición x probabilidad

VALORACIÓN DEL RIESGO SEGÚN MÉTODO FINE		
FACTOR	CLASIFICACIÓN	VALOR
1 Consecuencias (C) (resultado más probable de un accidente)	1. Catástrofe: numerosas muertes, daño extenso	100
	2. Múltiples víctimas mortales	50
	3. Muerte	25
	4. Lesiones extremadamente graves (amputación, discapacidad permanente)	15
	5. Lesiones con baja	5
	6. Heridas leves, contusiones, golpes, pequeños daños	1
2 Exposición (E) (Frecuencia con que ocurre la situación de riesgo)	1. Continuamente (muchas veces al día)	10
	2. Frecuentemente (aprox. una vez al día)	6
	3. Ocasionalmente (de una vez por semana a una vez al mes)	3
	4. De forma extraordinaria (de una vez al mes a una vez al año)	2
	6. Raramente (se sabe que ocurre)	1
	7. Remotamente posible (no se sabe que haya ocurrido)	0,5
	3 Probabilidad (P) (Probabilidad de que la secuencia de accidente se complete)	1. Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar
2. Es completamente posible, nada extraño, tiene una probabilidad del 50%		6
3. Sería una secuencia o coincidencia rara		3
4. Sería una coincidencia remotamente posible. Se sabe que ha ocurrido.		1
5. Extremadamente remota pero concebible. (Nunca ha sucedido en muchos años de exposición)		0,5
6. Secuencia o coincidencia prácticamente imposible (probabilidad de una entre un millón)		0,1

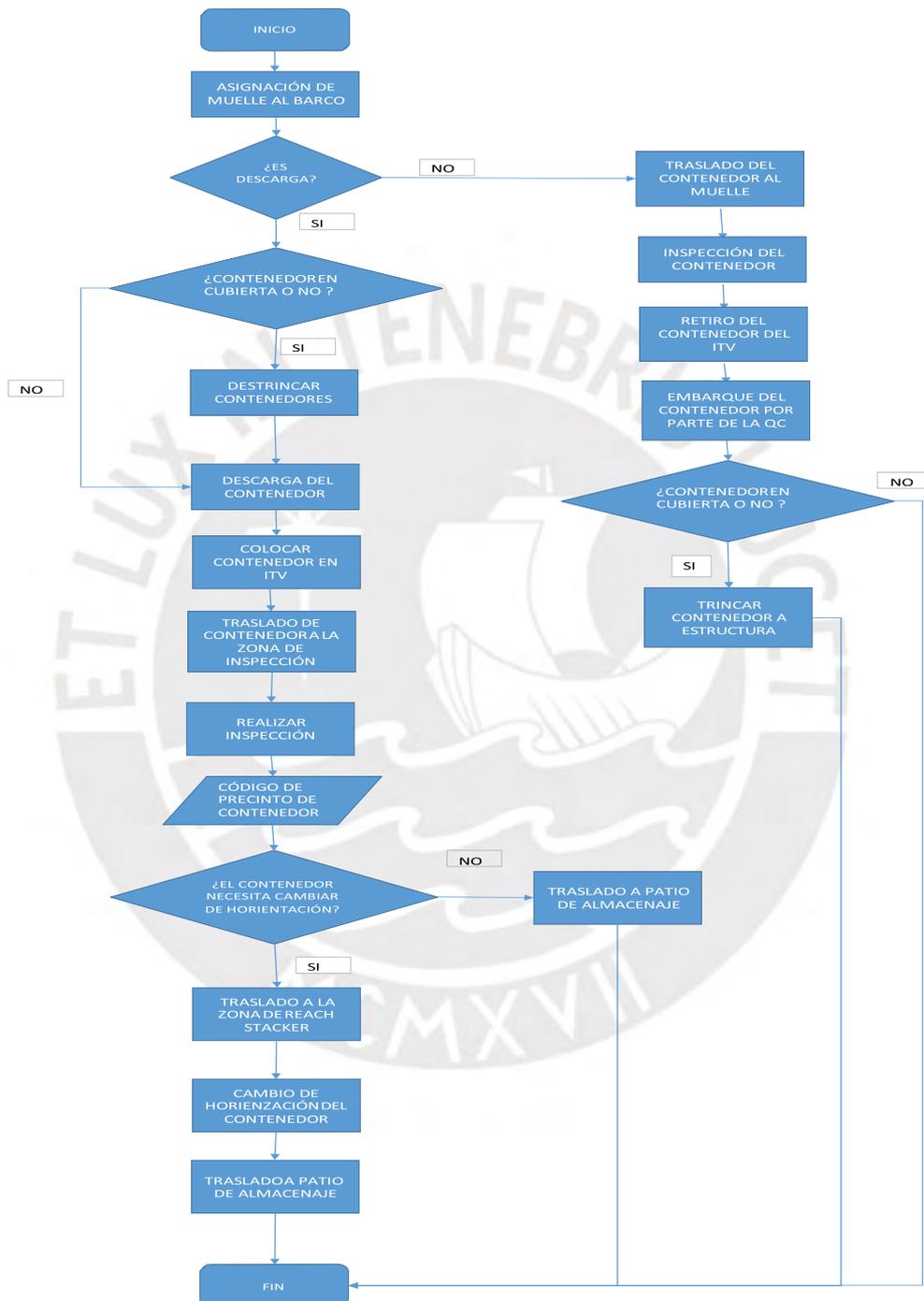
Fuente: Manel, 2015

Tabla de clasificación de los riesgos según el método FINE

GRADO DE RIESGO	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	ACTUACIÓN
Mayor de 400	Riesgo Muy Alto (grave e inminente)	Detención inmediata de la actividad
Entre 200 y 400	Riesgo Alto	Corrección inmediata
Entre 70 y 200	Riesgo Notable	Corrección necesaria urgente
Entre 20 y 70	Riesgo Moderado	Debe corregirse pero no es una emergencia
Menos de 20	Riesgo Aceptable	Puede omitirse corrección

Fuente: Manel, 2015

Anexo 2 Flujoograma de los procesos principales



Elaboración propia