

Propuesta técnico-económica para la intervención de los riesgos dominantes de la
empresa Corona-Grival planta Funza.

William Santiago Ruiz Isaza

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Juan Camilo Lésmez Peralta

Magister en Gerencia de Negocios MB

Tutor

Anderson Fabian Saavedra León

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2025

Agradecimientos

A Dios primeramente por permitirme la realización de este proyecto, por darme la fortaleza y sabiduría en los momentos en que más lo necesité.

A mis padres y hermana por siempre apoyarme en cada momento en el que sentía no poder más, a ellos les agradezco por su respaldo en cada situación que se presentaba.

A mi pareja, por estar ahí con su entrega y compromiso conmigo en cada momento, que a pesar de la distancia nunca dejo de alentarme.

A mi director Juan Camilo Lesmez, gracias por las enseñanzas y ser mi guía durante la elaboración de este proyecto.

A la empresa Corona, especialmente a la planta Grival, por permitir realizar mi práctica profesional con ellos, quedan muchas experiencias y aprendizajes para la vida.

Finalmente, a mis compañeros y amigos que me acompañaron durante toda la etapa universitaria, gracias por su respaldo y por todas las experiencias vividas durante este camino.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	16
1. Justificación y planteamiento del problema	18
2. Objetivos.....	23
2.1 Objetivo general	23
2.2 Objetivos específicos	23
3. Marco de referencia	23
3.1 Marco de antecedentes.....	24
3.2 Marco teórico.....	25
3.2.1 Seguridad y salud en el trabajo.....	25
3.2.2 Factor de riesgo	26
3.2.3 Análisis costo-beneficio	26
3.2.4 GTC-45.....	26
4.5.1 Número de empleados	33
4.5.2 Organigrama	33
4.5.3 Mapa de procesos	34
5.2 Caracterización de riesgos	35
5.3 Diseñar propuesta técnica.....	35
5.4 Diseñar propuesta económica.....	35
5.5 Socialización de la propuesta	36
6. Diagnóstico inicial.....	36

6.1 La empresa.....	36
6.2 Organización de la planta	36
6.3 Áreas de mayor interés	37
6.4 Descripción de las tareas	38
6.5 Identificación de peligros y valoración de riesgos	45
6.6 Auto reporte de condiciones de trabajo	46
6.7 Matriz de peligros y riesgos.....	48
6.8 Análisis de resultados	49
7. Evaluación de los riesgos	56
7.1 Tareas que generan los riesgos identificados	56
7.1.1 Métodos de valoración de riesgos	59
7.2 Evaluación del riesgo ergonómico	59
7.3 Evaluación de riesgo mecánico	79
7.4 Evaluación del riesgo químico	86
8. Propuesta Técnica.....	90
8.1 Propuesta Técnica intervención riesgo químico.....	93
8.1.1 Mediciones de sustancias químicas	93
8.1.2 Sistema de extracción para material particulado	94
8.1.3 Almacenamiento de sustancias químicas	96
8.2 Propuesta técnica de intervención riesgo ergonómico	98
8.2.1 Implementación de atornilladores	99
8.2.2 Acondicionamiento de puestos de trabajo.....	101
8.2.3 Sillas planta automática de cromado	101

8.2.4 Elementos ergonomicos administrativos	103
8.3 Propuesta técnica riesgos mecánicos	104
8.3.1 Intervención de tolvas de las maquinas inyectoras.....	104
8.3.2 Programa seguro de izaje de cargas.....	105
8.3.3 Implementación de nuevos cuchillos.....	106
9. Propuesta economica	108
9.1 Costo implementación propuesta técnica de riesgos químicos	108
9.1.1 Propuesta económica medición de sustancias químicas.....	108
9.1.2 Propuesta económica sistema de extracción para material particulado.....	109
9.1.3 Propuesta económica almacenamiento de sustancias químicas	109
9.2 Costo implementación propuesta técnica de riesgos ergonómicos	110
9.2.1 Propuesta económica implementación de atornilladores	110
9.2.2 Propuesta económica acondicionamiento de puestos de trabajo	111
9.2.3 Propuesta económica sillas planta automática de cromado.....	111
9.2.4 Propuesta económica elementos ergonómicos administrativos	112
9.3 Costo implementación propuesta técnica de riesgos mecánicos	112
9.3.1 Propuesta económica intervención de tolvas de las maquinas inyectoras.....	112
9.3.2 Propuesta económica programa seguro de izaje de cargas.....	113
9.3.3 Propuesta económica implementación de nuevos cuchillos.....	113
9.4 Análisis costo beneficio.....	114
10. Socialización con directivos de Grival	121
11.Conclusiones.....	123
12. Recomendaciones	125

Referencias Bibliográficas..... 126

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Cumplimiento de objetivos</i>	17
Tabla 2 <i>Riesgo asociado a los accidentes presentados</i>	21
Tabla 3 <i>Descripción de las Tareas</i>	39
Tabla 4 <i>Cantidad de personas que elaboraron el auto reporte</i>	47
Tabla 5 <i>Peligros identificados mediante la matriz de riesgos y peligros</i>	55
Tabla 6 <i>Resultados riesgo ergonómico</i>	79
Tabla 7 <i>Resultados riesgo mecánico</i>	85
Tabla 8 <i>Resultados riesgo químico</i>	90
Tabla 9 <i>Accesorios identificados para izajes de cargas</i>	105
Tabla 10 <i>Costo medición de sustancias químicas</i>	108
Tabla 11 <i>Costo sistema de extracción para material particulado</i>	109
Tabla 12 <i>Costo implementación de estantería para sustancias químicas</i>	110
Tabla 13 <i>Costo de implementación de atornilladores</i>	110
Tabla 14 <i>Costo acondicionamiento de puestos de trabajo</i>	111
Tabla 15 <i>Costo de implementación de sillas para la línea de cromado</i>	111
Tabla 16 <i>Costo implementación elementos en área de administrativos</i>	112
Tabla 17 <i>Costo intervención maquinas inyectoras</i>	113
Tabla 18 <i>Costo programa seguro de izaje de cargas</i>	113
Tabla 19 <i>Costo implementación nuevos cuchillos área de inyección</i>	114
Tabla 20 <i>Costo total de la implementación de la propuesta técnica</i>	114

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 <i>Número de Accidentes vs Severidad 2024</i>	18
Figura 2 <i>Número de Accidentes vs Severidad 2025</i>	19
Figura 3 <i>Accidentes Según Área 2024</i>	20
Figura 4 <i>Accidentes Según Área 2025</i>	20
Figura 5 <i>Metodología GTC 45</i>	27
Figura 6 <i>Valores Para Nivel de Deficiencia GTC 45</i>	28
Figura 7 <i>Valores del Nivel de Exposición</i>	29
Figura 8 <i>Valores del Nivel de Probabilidad GTC 45</i>	29
Figura 9 <i>Significado de los Niveles de Probabilidad GTC 45</i>	29
Figura 10 <i>Valores del Nivel de Consecuencia GTC 45</i>	30
Figura 11 <i>Determinación del Nivel de Riesgo GTC 45</i>	31
Figura 12 <i>Significado del Nivel de Riesgo GTC 45</i>	31
Figura 13 <i>Aceptabilidad del Riesgo GTC 45</i>	31
Figura 14. <i>Organigrama planta Funza</i>	33
Figura 15 <i>Mapa de procesos Grival</i>	34
Figura 16 <i>Metodología del proyecto</i>	34
Figura 17 <i>Organigrama áreas de la Planta</i>	37
Figura 18 <i>Identificación de Peligros en la Planta</i>	45
Figura 19 <i>Identificación de Riesgos en la Planta</i>	46
Figura 20 <i>Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Físicos</i>	49

Figura 21 <i>Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Químicos</i>	50
Figura 22 <i>Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Biológicos</i>	50
Figura 23 <i>Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Ergonómicos</i>	51
Figura 24 <i>Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Psicosociales</i>	51
Figura 25 <i>Auto reporte Condiciones de Trabajo Peligros Mecánicos</i>	52
Figura 26 <i>Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Eléctricos</i>	52
Figura 27 <i>Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Locativos</i>	53
Figura 28 <i>Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Públicos</i>	54
Figura 29 <i>Auto Reporte Condiciones de Trabajo Tareas Criticas</i>	54
Figura 30 <i>Actividades de los operarios</i>	56
Figura 31 <i>Fuentes de riesgo mecánico</i>	57
Figura 32 <i>Fuentes de riesgo químico</i>	58
Figura 33 <i>Método RULA- Puntuación posición del brazo</i>	60
Figura 34 <i>Método RULA-Posición del brazo</i>	60
Figura 35 <i>Método RULA-Puntuación extra posición del brazo</i>	61
Figura 36 <i>Método RULA-Puntuación posición del antebrazo</i>	61
Figura 37 <i>Método RULA-Posición antebrazo</i>	62
Figura 38 <i>Método RULA-Puntuación extra posición del antebrazo</i>	62
Figura 39 <i>Método RULA-Puntuación posición de la muñeca</i>	63
Figura 40 <i>Método RULA-Posición de la muñeca</i>	63
Figura 41 <i>Método RULA-Puntuación extra posición de la muñeca</i>	63
Figura 42 <i>Método Rula-Puntuación giro de la muñeca</i>	64
Figura 43 <i>Método Rula-Posición giro de la muñeca</i>	64

Figura 44 Método RULA-Puntuación posición del cuello.....	65
Figura 45 Método RULA-Posición extra puntuación del cuello	65
Figura 46 Método RULA-Posición del cuello.....	65
Figura 47 Método RULA-Puntuación posición del tronco	66
Figura 48 Método RULA-Puntuación extra posición del tronco.....	66
Figura 49 Método RULA-Posición del tronco	67
Figura 50 Método RULA-Puntuación posición de las piernas.....	67
Figura 51 Método RULA-Posición de las piernas	68
Figura 52 .Método RULA-Puntuación extra grupos A y B.....	68
Figura 53 Método RULA-Puntuación extra según la carga.....	68
Figura 54 Método Rula-Puntuación final.....	69
Figura 55 Método RULA-Nivel se riesgo según puntaje	70
Figura 56 Modelo calificación método RULA	70
Figura 57 Aplicación área de ensamble método RULA-Tabla A	71
Figura 58 Aplicación área de ensamble método RULA-Tabla B	72
Figura 59 Aplicación área de ensamble método RULA-Puntaje final	73
Figura 60 Aplicación área de ensamble método RULA-Interpretación del riesgo ..	74
Figura 61 Aplicación método RULA-Área de inyección.....	75
Figura 62 Aplicación método RULA-Área de cromado.....	76
Figura 63 Aplicación método RULA-Área de mantenimiento	77
Figura 64 Aplicación método RULA-Área de administrativos	78
Figura 65 Criticidad Riesgo mecánico	81
Figura 66 Repetitividad riesgo mecánico	81

Figura 67 <i>Vulnerabilidad riesgo mecánico</i>	82
Figura 68 <i>Comando accionamiento riesgo mecánico</i>	83
Figura 69 <i>Accesos a punto de operación riesgo mecánico</i>	83
Figura 70 <i>Paros de emergencia riesgo mecánico</i>	84
Figura 71 <i>Nivel de riesgo mecánico</i>	85
Figura 72 <i>Evaluación de riesgo químico-Conocimiento</i>	86
Figura 73 <i>Evaluación de riesgo químico-Gestión del riesgo</i>	87
Figura 74 <i>Evaluación de riesgo químico-Comunicación</i>	87
Figura 75 <i>Evaluación de riesgo químico-Capacitación y entrenamiento</i>	88
Figura 76 <i>Evaluación de riesgo químico-Sistemas de control</i>	88
Figura 77 <i>Evaluación de riesgo químico-Emergencias y retroalimentación</i>	89
Figura 78 <i>Jerarquía control de riesgos</i>	90
Figura 79 <i>Extractor de material particulado propuesto</i>	95
Figura 80 <i>Almacenamiento de sustancias químicas propuesto</i>	97
Figura 81 <i>Matriz de compatibilidad para sustancias químicas</i>	98
Figura 82 <i>Atornillador usado actualmente</i>	99
Figura 83 <i>Atornillador propuesto</i>	100
Figura 84 <i>Sillas propuestas área de cromado</i>	102
Figura 85 <i>Elementos propuestos área administrativa</i>	103
Figura 86 <i>Mejoras propuestas para máquinas inyectoras</i>	104
Figura 87 <i>Cuchillos propuestos</i>	107
Figura 88 <i>Escenario afectación por riesgo ergonómico</i>	115
Figura 89 <i>Escenario afectación por riesgo mecánico</i>	117

Figura 90 <i>Escenario afectación por riesgo químico</i>	117
Figura 91 <i>Socialización de resultados con Grival 1</i>	121
Figura 92 <i>Socialización de resultados con Grival 2</i>	122
Figura 93 <i>Socialización de resultados con Grival 3</i>	122

Lista de apéndices

Apéndice A. Auto reporte condiciones de trabajo

Apéndice B. Matriz de peligros y riesgo de Grival

Apéndice C. Inventario maquinas Grival

Apéndice D. Lista de chequeo riesgo mecánico

Apéndice E. Evaluación riesgo químico

Apéndice F. Evaluación riesgo ergonómico

Resumen

Título: Propuesta técnico-económica para la intervención de los riesgos dominantes de la empresa Corona-Grival planta Funza.*

Autor: William Santiago Ruiz Isaza**

Palabras clave: Riesgo, peligro, diagnostico, propuesta,

Descripción: El presente documento es un proyecto de grado enfocado en la intervención de riesgos dominantes de la planta Grival, fabricantes de productos de grifería y marca del grupo Corona, mediante este se proponen una serie de etapas arrancando desde la identificación de los principales riesgos presentes, una vez estos este paso es completado se lleva a cabo la valoración de estos riesgos detectados que permitan saber realmente la necesidad de intervención de estos, de esta forma proponer medidas técnicas que permitan contrarrestarlos.

Una vez es presentada la propuesta técnica, se realiza la elaboración de una propuesta económica la cual reúne los costos de la propuesta técnica presentada, así como una serie de escenarios probables que pueden presentarse a causa de los riesgos detectados, realizando una comparación beneficio/costo entre ellos que le permita a la empresa tomar una decisión acertada respecto a su intervención, finalmente estas propuestas son presentadas a las directivas de la planta siendo recibidas de manera agradable y con posibilidad de realizar su implementación.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y empresariales. Director: Juan Camilo Lesmez Peralta Mg. Gerencia de negocios.

Abstract

Title: Technical-Economic Proposal for the Intervention of Dominant Risks at the Corona-Grival Plant in Funza.*

Author: William Santiago Ruiz Isaza**

Keywords: Risk, hazard, diagnosis, proposal.

Description: This document is a thesis project focused on the intervention of dominant risks at the Grival plant, a manufacturer of faucet products and a brand of the Corona Group. The project proposes a series of stages, starting with the identification of the main existing risks. Once this step is completed, a risk assessment is carried out to determine the actual need for intervention. Based on this assessment, technical measures are proposed to mitigate the risks.

After presenting the technical proposal, an economic proposal is developed, which includes the costs associated with the technical measures as well as a set of probable scenarios that could arise from the identified risks. A cost-benefit comparison is made to support informed decision-making by the company regarding the intervention. Finally, the proposals are presented to the plant's management, where they are received positively and with the potential for implementation.

* Degree Work

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director: Juan Camilo Lesmez Peralta, M.Sc. in Business Management.

Introducción

Colceramica S.A.S es una empresa cuya actividad económica se enfoca en la fabricación de revestimientos para pisos y paredes, muebles sanitarios, griferías y accesorios para baños, cocinas y el hogar, el presente documento se basara en la empresa Grival, la cual es una marca de Colceramica y se enfoca principalmente en la fabricación, comercialización, importación y exportación de artículos como grifería para baños, duchas y cocinas, plomería, desagües, sifones, válvulas y demás accesorios para baños y cocinas; Grival cuenta con única planta de producción ubicada en el municipio de Funza-Cundinamarca.

Actualmente la planta cuenta con más de 500 colaboradores directos y más de 100 indirectos, dicha cantidad de empleos deja ver el importante papel que toma la Seguridad y Salud en el Trabajo y la necesidad de desarrollar e implementar medidas adecuadas para velar por la integridad y calidad de vida de los colaboradores de la empresa.

Es por esto que el presente proyecto tiene como objetivo buscar la disminución tanto de la cantidad como la severidad de los accidentes e incidentes de trabajo que le pueden ocurrir a los operarios durante sus actividades laborales diarias desde el momento que ingresan a la planta hasta el momento que salen; este proyecto se centra en la elaboración de una propuesta tanto técnica como económica que le permita a la empresa tomar decisiones adecuadas y certeras basadas en datos y cifras reales para la implementación de las medidas que se concluyen del presente documento buscando un equilibrio tanto desde el punto de vista económico como en el mejoramiento del bienestar de los colaboradores.

Para la elaboración de dicho proyecto se parte desde la realización de un diagnóstico que permita conocer el estado actual de la planta en términos de los peligros y riesgos a los cuales se ven expuestos los operarios; una vez estos sean identificados se procede a realizar el análisis de los riesgos dominantes para una vez así poder establecer la intervención de estos mediante técnicas que permitan su disminución buscando siempre que dichas estrategias cumplan con la relación costo/beneficio para la empresa.

Tabla 1

Cumplimiento de objetivos

Objetivo	Cumplimiento
Realizar un diagnóstico detallado desde la perspectiva de seguridad y salud en el trabajo. que permita identificar los peligros que requieran ser intervenidos en la planta de Grival.	Capítulo 6
Evaluar el nivel de riesgo de los peligros relacionados identificados en la planta Grival.	Capítulo 7
Formular una propuesta técnica que permita la intervención de los riesgos asociados a los peligros identificados.	Capítulo 8
Realizar el análisis económico costo/beneficio de las propuestas técnicas presentadas.	Capítulo 9
Socializar la propuesta técnico-económica realizada con la alta dirección de la planta Grival.	Capítulo 10

Nota. Autor del proyecto

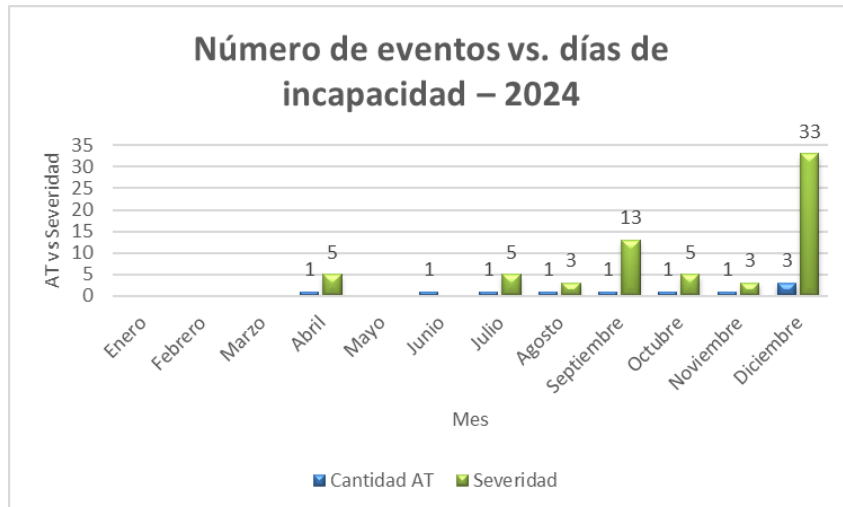
1. Justificación y planteamiento del problema

La Seguridad y Salud en el Trabajo en la planta de una empresa como Grival es fundamental para lograr garantizar el bienestar y la calidad de vida de todos los operarios que allí laboran, como es bien sabido, un riesgo nunca podrá ser eliminado por completo, pero si puede ser minimizado, lo que se busca con este proyecto es lograr dicha minimización en los riesgos dominantes que se identifiquen en la planta Grival.

Al ser una planta en la que se elaboran distintas clases de productos se cuentan con diferentes áreas para llevar a cabo esta producción, a grandes rasgos se encuentran divididas en 4 áreas: Inyección con más de 150 operarios ; Ensamblajes con 130 operarios ; Metal y galvanizado con más de 75 operarios ; Mantenimiento con 21 operarios, de estas se desprenden más áreas llamadas mini fabricas pero el eje central se encuentra en las 4 áreas mencionadas anteriormente ya que es en ellas donde se encuentra netamente el trabajo de piso y se realiza todo el proceso de producción ; los trabajadores laboran 8 horas al día de lunes a domingo en turnos rotativos que se manejan de la siguiente manera turno 1 de 6 AM a 2 PM; turno 2 de 2 PM a 10 PM; turno 3 de 10 PM a 6 AM; Al contar con diversas áreas es evidente que se pueden encontrar diferentes tipos de peligros y riesgos, así mismo al ser un número elevado de trabajadores puede crecer la probabilidad de ocurrir accidentes de trabajo.

Figura 1

Número de Accidentes vs Severidad 2024.



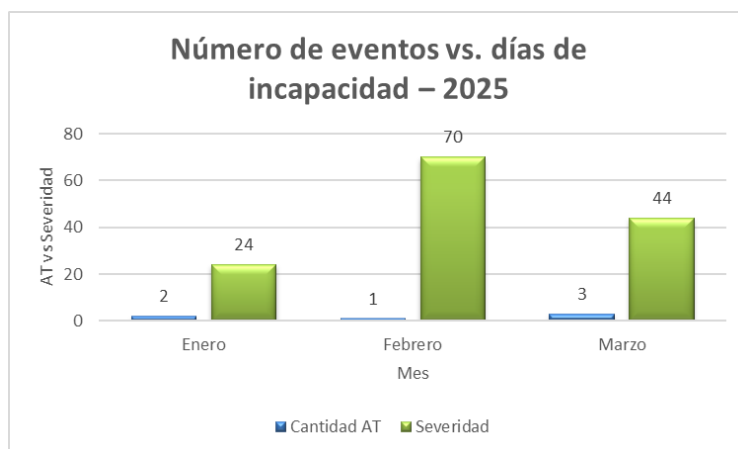
Nota. Autor del proyecto

En la gráfica 1 se observan los accidentes de trabajo que se presentaron en la totalidad de la planta para el año 2024 con un total de 10 accidentes, como se puede evidenciar durante la mayoría del año se mantuvo una tendencia de accidentalidad baja, a excepción del mes de diciembre donde prácticamente se triplicaron en comparación con los accidentes ocurridos en los meses anteriores.

En cuanto a la severidad se tuvo un total de 67 días de incapacidad, en concordancia con el número de accidentes de trabajo el mes que presenta mayor severidad es diciembre, con 33 días, seguido de septiembre donde un solo accidente genero 13 días de incapacidad.

Figura 2

Número de Accidentes vs Severidad 2025.

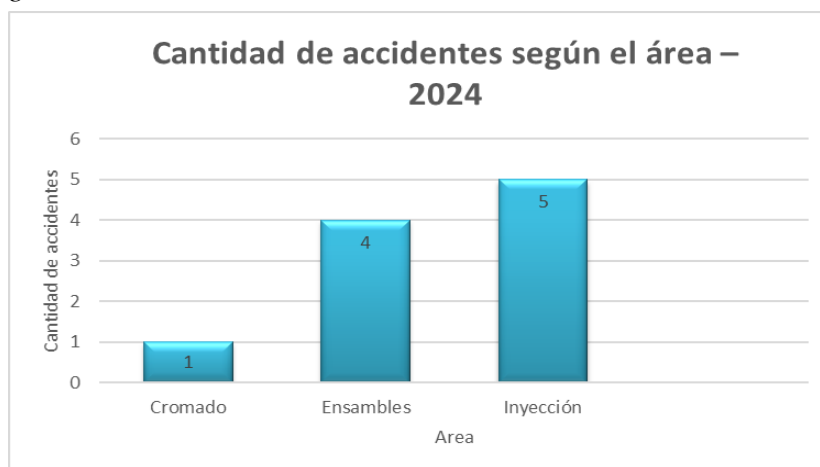


Nota. Autor del proyecto

En cuanto a estas estadísticas, al cierre de mes de marzo de 2025 se registraron un total de 6 accidentes de trabajo, es decir un aumento preocupante del 600% en comparación con el mismo lapso de tiempo en el año 2024, así mismo la severidad también es una cifra alarmante ya que se presentan 138 días de incapacidad, 71 días más que los presentados durante todo el año 2024.

Figura 3

Accidentes Según Área 2024.

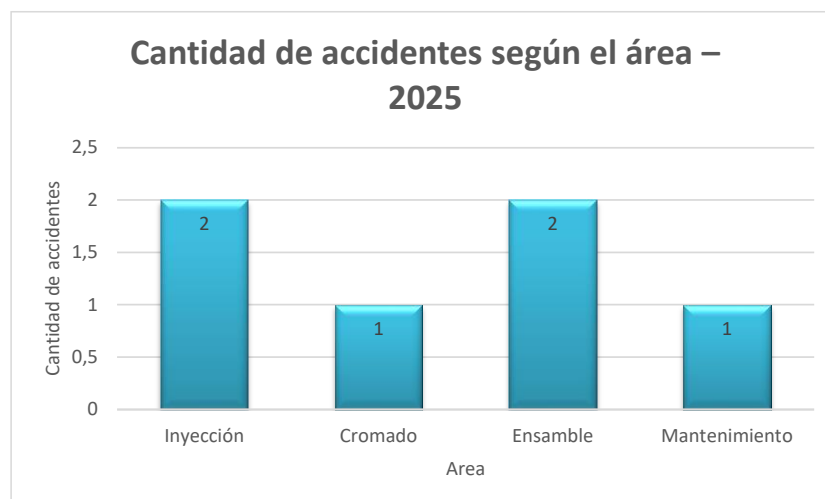


Nota. Autor del proyecto

Es importante tener presente las áreas en las que se han presentado los accidentes de trabajo; como se puede observar durante el año 2024, los 10 accidentes de trabajo ocurridos en la planta ese encuentran divididos en 3 áreas, el 90% se presentaron en las áreas de ensambles e inyección, algo lógico debido a que son las áreas que cuentan con mayor número de operarios.

Figura 4

Accidentes Según Área 2025.



Nota. Autor del proyecto

Al igual que en el año 2024, para el presente año sigue la misma tendencia al presentar la mayoría de los accidentes de trabajo en las áreas de ensamble e inyección.

Tabla 2

Riesgo asociado a los accidentes presentados

Año	Cantidad accidentes	Riesgo asociado
2024	3	Caída de nivel
	1	Atrapamiento
	1	Golpe con objeto contundente
	1	Impacto por montacarga en movimiento
	2	Proyección de partículas
	2	Corte (laceración)
2025	1	Caída de nivel
	2	Atrapamiento
	1	Quemadura (Inyectora)
	1	Quemadura (Sustancia química)
	1	Corte (laceración)

Nota. Autor del proyecto

En la tabla 2, se encuentran definidos el riesgo asociado a los 10 accidentes ocurridos en el año 2024 y 6 accidente que se presentaron en el transcurso del año 2025 hasta el mes de marzo.

Para realizar la medición mediante los indicadores de accidentalidad se hace uso del ILI (Índice de lesión Incapacitante) el cual se obtiene mediante la siguiente formula:

$$ILI = (IF \times IS) / 1000$$

Donde,

IF: Índice de frecuencia

IS: Índice de severidad

Constante: 1000

IF= (N° AT/ HHT) x 240.000

IS= (N° Días perdidos / HHT) x 240.000

Donde,

HHT: Horas hombre trabajadas

Constante 240.000

Un ILI alto indica que la empresa se ve expuesta a un mayor riesgo de sufrir accidentes, quiere decir que un ILI menor siempre será mejor, para el año 2024 se obtuvo un ILI acumulado de 0,021 con una meta establecida de 0,0087, al mes de marzo de 2025 el ILI acumulado es de 0,0412 y la meta fijada es de 0,0213; lo que deja ver que en el 2024 no se alcanzó la meta y para el año 2025 sigue la misma tendencia.

Basados en las cifras y estadísticas anteriormente mencionadas, y observando principalmente la inclinación hacia el aumento tanto en el número de accidentes de trabajo como en la severidad que se han presentado en los últimos meses y teniendo claras las áreas que mayor propensión tienden a estos, es fundamental realizar un análisis más detallado de

los peligros y riesgos que necesiten atención prioritaria y basados en dicho análisis llevar a cabo la formulación de propuestas técnicas que permitan su intervención.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Formular una Propuesta técnico-económica para la intervención de los riesgos dominantes de la empresa Corona-Grival planta Funza.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico detallado desde la perspectiva de seguridad y salud en el trabajo. que permita identificar los peligros que requieran ser intervenidos en la planta de Grival.
- Evaluar el nivel de riesgo de los peligros relacionados identificados en la planta Grival.
- Formular una propuesta técnica que permita la intervención de los riesgos asociados a los peligros identificados.
- Realizar el análisis económico costo/beneficio de las propuestas técnicas presentadas.
- Socializar la propuesta técnico-económica realizada con la alta dirección de la planta Grival.

3. Marco de referencia

3.1 Marco de antecedentes

Se cuenta con propuestas como la de Ríos Riatiga (2020) la cual está centrada en el desarrollo de una propuesta técnico económica para la intervención de riesgos identificados en QUALITA IPS S.A.S de Barrancabermeja con la cual se busca la minimización de riesgos, accidentes y enfermedades laborales; esta propuesta se realiza mediante varias etapas las cuales incluyen un diagnóstico inicial de los procesos para determinar los principales peligros, posteriormente la evaluación del nivel asociado a dichos peligros para así formular propuestas técnicas que permitan la mitigación de los riesgos en conjunto con un análisis financiero que permita evaluar la viabilidad económica de dichas propuestas.

Como conclusión de este proyecto se determinaron peligros críticos principales como la iluminación inadecuada, riesgos ergonómicos generados a partir de posturas prolongadas y riesgos psicosociales; el autor sugiere la implementación de medidas de control como programas de salud visual y esencialmente gestión del riesgo psico laboral, medidas muy importantes para reducir riesgos y mejorar las condiciones de trabajo en la empresa.

También se cuenta con proyectos como el de Díaz Ramírez (2021) el cual elabora una propuesta en la que se busca la reducción de la probabilidad de ocurrencia de accidentes de trabajo en la empresa COLINTEG S.A.S; el autor mediante diagnósticos realizados identifica como factores principales de riesgo los ergonómicos, químicos y mecánicos para los cuales propone medidas de intervención como programas de prevención de desórdenes musculoesqueléticos, programas de gestión de riesgo químico y en cuanto al riesgo mecánico inspecciones pre y post-uso, capacitación del personal, y el reemplazo de herramientas y equipos obsoletos; dichas medidas son propuestas también a partir de un análisis económico

que permita la factibilidad de su implementación teniendo en cuenta la relación beneficio/costo.

Entre otros antecedentes se encuentra Vasco Plata (2025) en su trabajo de grado el cual tiene como finalidad llevar a cabo una “Propuesta técnico – económica para la intervención de los riesgos dominantes de la empresa Multisecol S.A.S” Resalta la importancia del uso de herramientas como informes de ARL, observaciones en piso, realización de encuestas a los operarios y demás, los cuales son importantes para la obtención de un diagnóstico detallado el cual permita una clara identificación de los riesgos críticos y una vez así, poder ejecutar un plan de acción que permita establecer estrategias preventivas y correctivas y también medidas técnicas con las que se logre reducir el impacto que generan los accidentes laborales en una organización, este trabajo proporciona unos principios claros acerca de recursos que se pueden usar para la realización de una evaluación de las condiciones iniciales.

Una vez conociendo estos antecedentes muy relacionados al proyecto que se lleva a cabo en el presente documento, se pueden establecer las principales bases para tener en cuenta que proporcionan un marco metodológico para la identificación, evaluación y control de riesgos que se presentan en los puestos de trabajo y la importancia de impulsar propuestas que permitan la mitigación de estos.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Seguridad y salud en el trabajo

La 1562 de 2012 define a la Seguridad y Salud en el Trabajo antes conocida como salud ocupacional como aquella disciplina que trata de la prevención de las lesiones y

enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Tiene por objeto mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, así como la salud en el trabajo, que conlleva la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones.

3.2.2 Factor de riesgo

Los factores de riesgo son las circunstancias o condiciones que se encuentran presentes en el entorno laboral, que de no ser eliminados y/o controlados pueden provocar eventos como accidentes de trabajo y/o enfermedades laborales (Ministerio de Salud y Protección Social 2024).

3.2.3 Análisis costo-beneficio

El objetivo del análisis del costo-beneficio es a determinar el máximo rendimiento de la inversión en un proyecto, facilitar una comparación racional de las posibles opciones y asegurar que las decisiones sobre inversión se adopten con responsabilidad. El análisis económico también puede resultar útil para detectar y aclarar los problemas planteados en la adopción de determinadas decisiones. (Benson, Twigg y Rosseto 2007, p. 101).

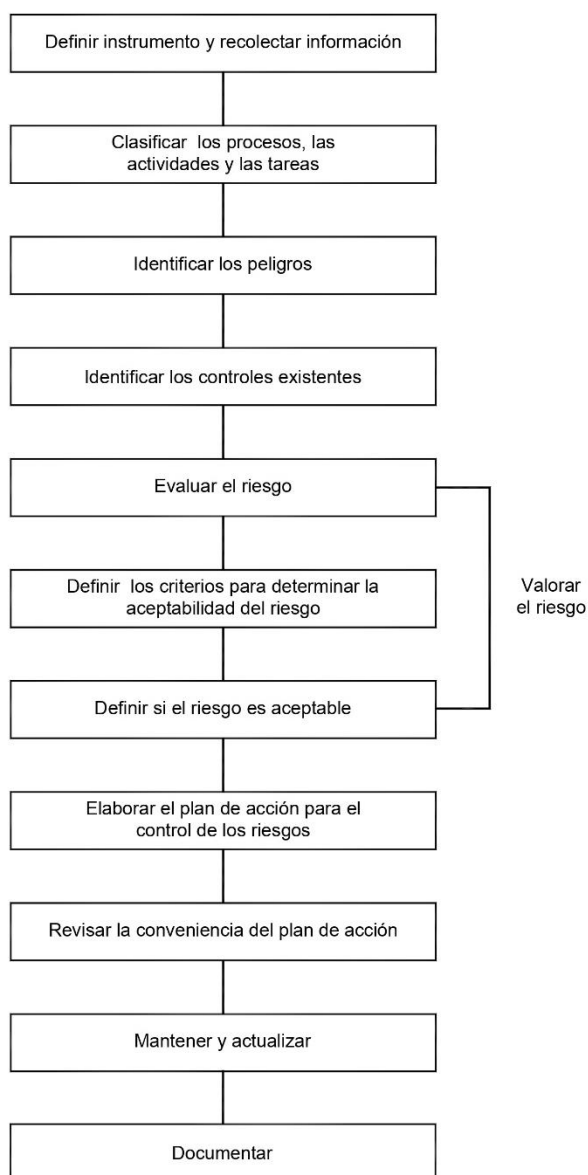
3.2.4 GTC-45

La Guía Técnica Colombiana GTC-45 de 2012 la cual es elaborada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) establece una metodología la cual permite la identificación de peligros y valoración de riesgos, esto con el fin de aplicar medidas de prevención y controles efectivos; la GTC-45 de 2012 establece que la gestión de los riesgos no se limita únicamente a su identificación ya que también se tiene que tomar en cuenta el nivel que estos poseen y su valoración.

La GTC-45 de 2012 define el peligro como la fuente o acto capaz de causar un daño ya sea en términos de lesión, enfermedad o deterioro de la salud, también establece que un riesgo es la combinación de la probabilidad que ocurra un evento y la severidad que este pueda causar; para la identificación de peligros y valoración del riesgo se establecen una serie de actividades como se aprecia en la siguiente imagen:

Figura 5

Metodología GTC 45.



Nota. Tomado de Guía Técnica Colombiana GTC 45. ICONTEC (2012)

Una vez se lleva a cabo la identificación del peligro, se procede con la valoración de los riesgos, la GTC-45 lo establece de la siguiente manera:

Para evaluar el nivel de riesgo (NR), se debería determinar lo siguiente:

$$NR = NP \times NC$$

Donde NP = Nivel de probabilidad

NC= Nivel de consecuencia

A su vez, para determinar el NP se requiere:

$$NP = ND \times NE$$

DONDE ND= Nivel de deficiencia

NE= Nivel de exposición

Para determinar el Nivel de deficiencia se hace uso de la siguiente figura:

Figura 6

Valores Para Nivel de Deficiencia GTC 45.

Nivel de deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se ha(n) detectado peligro(s) que determina(n) como posible la generación de incidentes, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambos.
Alto (A)	6	Se ha(n) detectado algún(os) peligro(s) que pueden dar lugar a incidentes significativa(s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a incidentes poco significativos o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se Asigna Valor	No se ha detectado peligro o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado. Estos peligros se clasifican directamente en el nivel de riesgo y de intervención cuatro (IV) Véase la Tabla 8.

Nota. Tomado de Guía Técnica Colombiana GTC 45. ICONTEC (2012)

De igual forma para determinar el valor del nivel de exposición se vale de la figura 7

Figura 7

Valores del Nivel de Exposición.

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Nota. Tomado de Guía Técnica Colombiana GTC 45. ICONTEC (2012)

Una vez los niveles de deficiencia (ND) y exposición (NE) han sido determinados se procede a establecer el nivel de probabilidad (NP) de la siguiente manera:

Figura 8

Valores del Nivel de Probabilidad GTC 45.

Niveles de probabilidad		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA - 40	MA - 30	A - 20	A - 10
	6	MA - 24	A - 18	A - 12	M - 6
	2	M - 8	M - 6	B - 4	B - 2

Nota. Tomado de Guía Técnica Colombiana GTC 45. ICONTEC (2012)

Teniendo claro el nivel de probabilidad se utiliza la figura 9 para su interpretación

Figura 9

Significado de los Niveles de Probabilidad GTC 45.

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Nota. Tomado de Guía Técnica Colombiana GTC 45. ICONTEC (2012)

Seguido a esto, el nivel de consecuencia se define por los siguientes parámetros:

Figura 10

Valores del Nivel de Consecuencia GTC 45.

Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		Daños personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez).
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT).
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.

Nota. Tomado de Guía Técnica Colombiana GTC 45. ICONTEC (2012)

Una vez son establecidos los niveles de probabilidad (NP) y consecuencia (NC) se procede a determinar el nivel de riesgo de la siguiente manera:

Figura 11**Determinación del Nivel de Riesgo GTC 45.**

Nivel de riesgo y de intervención NR = NP x NC		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1000	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500 - 250	II 200-150	III 100- 50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Nota. Tomado de Guía Técnica Colombiana GTC 45. ICONTEC (2012)

Para la interpretación del resultado de hace uso de la figura 12:

Figura 12*Significado del Nivel de Riesgo GTC 45.*

Nivel de riesgo	Valor de NR	Significado
I	4 000 - 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500 - 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato
III	120 - 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

Nota. Tomado de Guía Técnica Colombiana GTC 45. ICONTEC (2012)

Finalmente, para decidir si el riesgo valorado es o no aceptable se emplea la figura 13:

Figura 13*Aceptabilidad del Riesgo GTC 45*

Nivel de Riesgo	Significado Explicación	
I	No Aceptable	Situación crítica, corrección urgente
II	No Aceptable o Aceptable con control específico	Corregir o adoptar medidas de control
III	Mejorable	Mejorar el control existente
IV	Aceptable	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique

Nota. Tomado de Guía Técnica Colombiana GTC 45. ICONTEC (2012)

4. Generalidades de la empresa

4.1 Descripción de la empresa

Grival, marca de la organización Corona se especializa en la producción y comercialización de accesorios para baños y cocinas, especialmente artículos como lavamanos, lavaplatos, duchas, válvulas, llaves y componentes de plomería.

Cuenta con una planta de producción ubicada en el municipio de Funza-Cundinamarca, distribuyendo sus productos en todo el territorio colombiano y exportando a diversos destinos internacionales

4.2 Misión

Corona será una multinacional diversificada, enfocada en soluciones y productos para el mejoramiento del hogar y la construcción nueva, especialmente en las Américas, generando valor compartido en términos económicos, sociales y ambientales.

4.3 Visión

Fortalecer nuestro enfoque en el cliente y el consumidor. Desarrollar procesos y capacidades que nos hagan más competitivos en retail y manufactura. Contar con líderes que desarrollen personas talentosas con habilidades colaborativas, comprometidas y de alto desempeño.

Lograr un crecimiento rentable y un desarrollo sostenible. Trabajar y pensar en Corona como un todo.

4.4 Objeto social

Fabricación, adquisición, exportación, importación, ensamblaje, representación, distribución, comercialización de artículos para el manejo, distribución y control del suministro de agua, en especial griferías de cualquier material, válvulas, registros y demás productos accesorios para el baño, la cocina y el hogar.

4.5 Estructura Organizacional

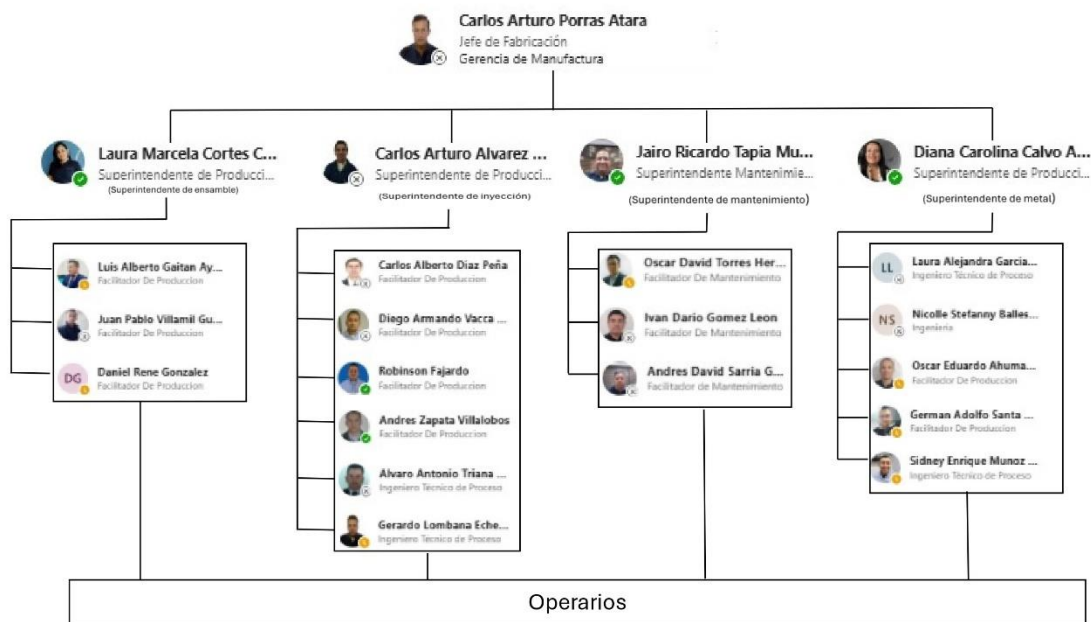
4.5.1 Número de empleados

Actualmente en la planta de Grival laboran más de 500 empleados directos y 70 trabajadores indirectos.

4.5.2 Organigrama

Figura 14.

Organigrama planta Funza

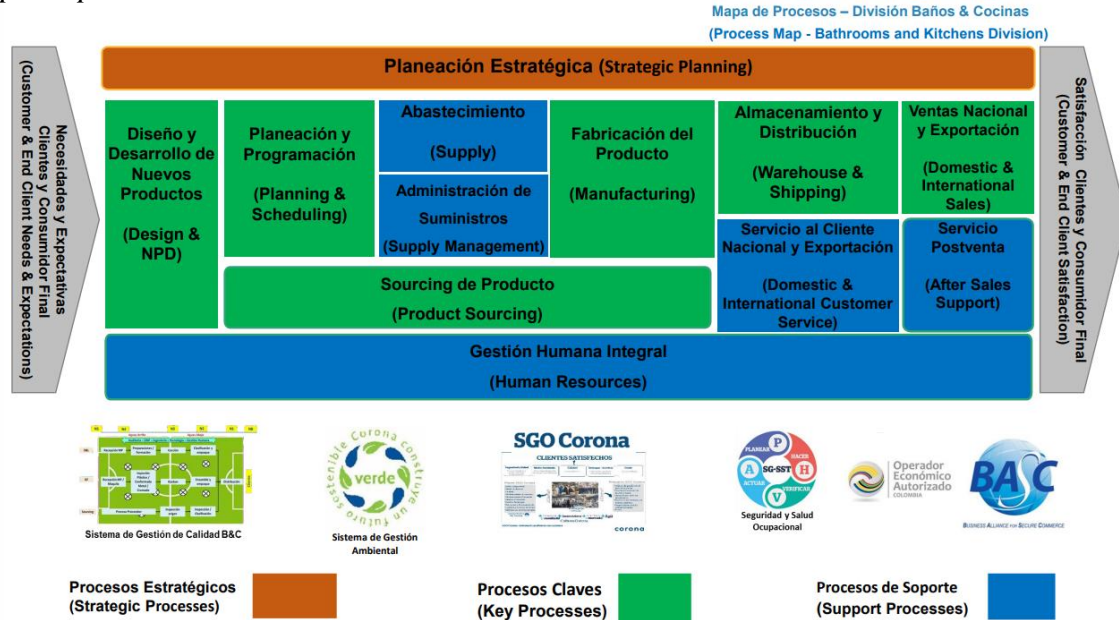


Nota. Tomado de organización Corona

4.5.3 Mapa de procesos

Figura 15

Mapa de procesos Grival

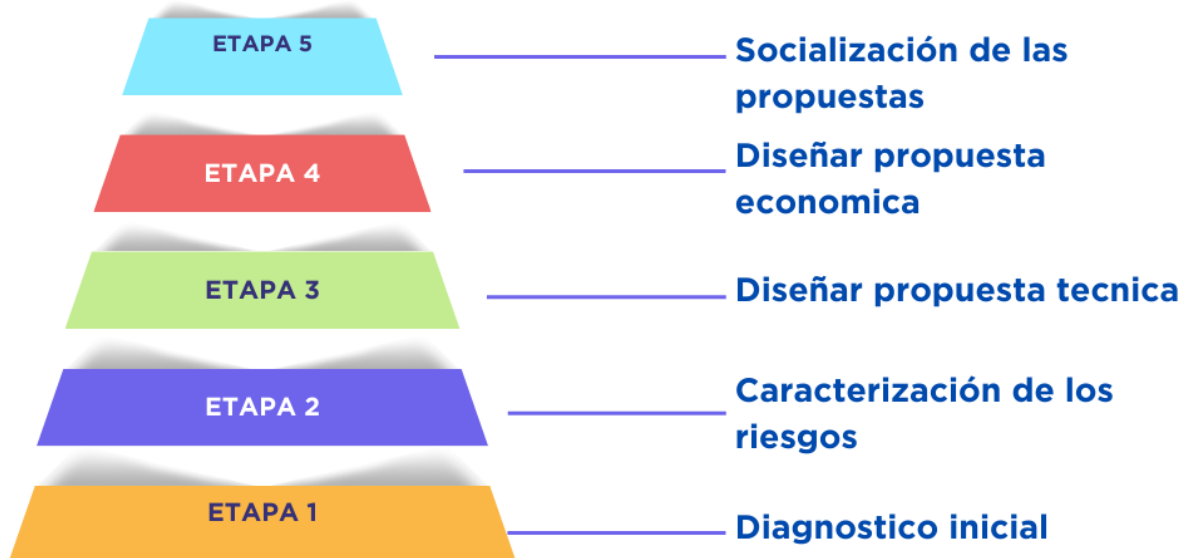


Nota. Tomado de Organización Corona

5. Metodología

Figura 16

Metodología del proyecto



Nota. Autor del proyecto

El proyecto se divide en 5 etapas principales, las cuales se centran en una metodología que permite llevar a cabo ordenadamente cada actividad necesaria para la realización de la propuesta.

5.1 Diagnostico

Como primer objetivo, se establece realizar un diagnóstico inicial que permita conocer la situación actual de la empresa, identificando los principales riesgos para, sobre estos realizar su valoración y, posteriormente, la formulación de la propuesta.

5.2 Caracterización de riesgos

Conociendo los peligros que requieren ser intervenidos, se establece un nivel de riesgo para cada uno y así planear su posterior intervención.

5.3 Diseñar propuesta técnica

Basado en el diagnóstico inicial y el nivel de riesgo de cada peligro detectado, se realiza la elaboración de una propuesta técnica que permita mitigar los riesgos identificados.

5.4 Diseñar propuesta económica

Se realiza la construcción de un presupuesto en el que se detalla el costo de la implementación de la propuesta técnica considerando su relación costo-beneficio.

5.5 Socialización de la propuesta

Presentación de la propuesta técnico-económica, para su posterior evaluación y toma de decisiones.

6. Diagnóstico inicial

En concordancia con la metodología propuesta anteriormente y dando cumplimiento al primer objetivo específico, se realiza un diagnóstico inicial de los peligros y riesgos que pueden presentarse en la planta de Grival.

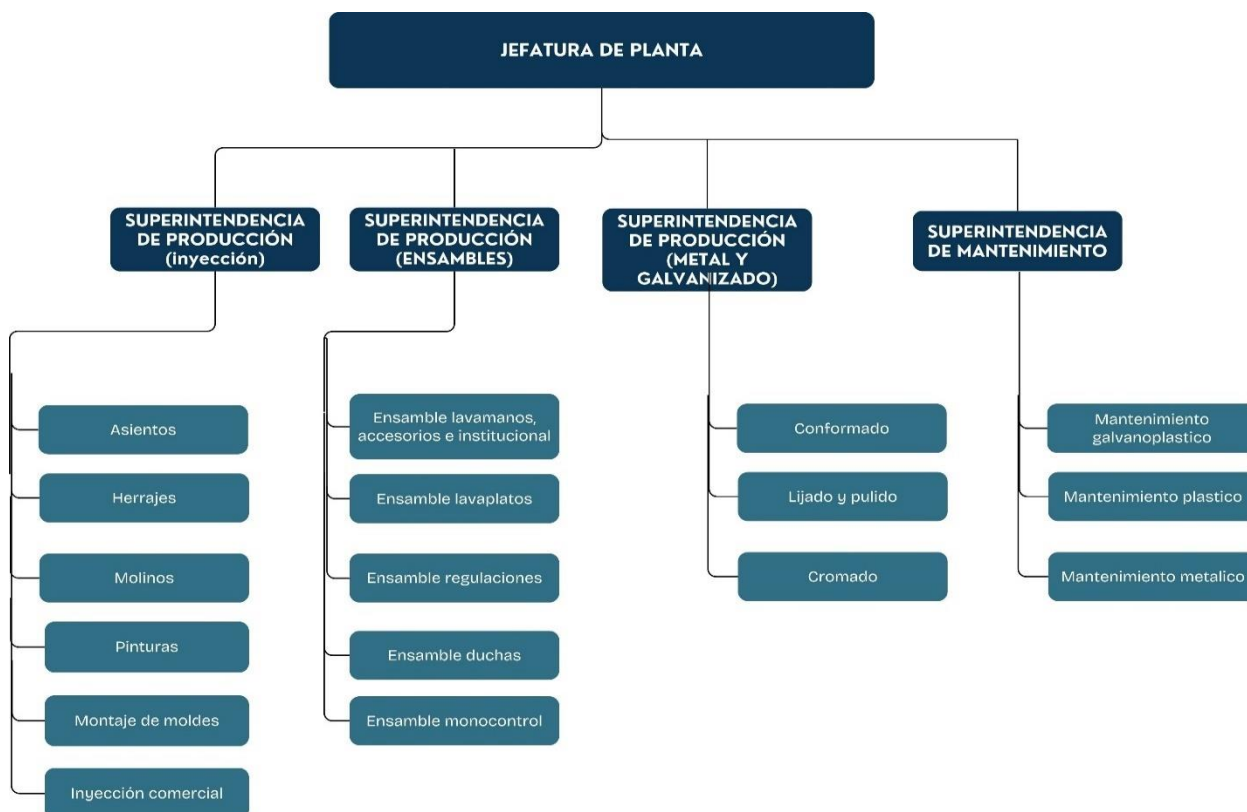
6.1 La empresa

Corona es una multinacional colombiana con más de 142 años de historia, la compañía se encuentra dividida en 4 divisiones de negocio Baños y Cocinas; Superficies, Materiales y Pinturas; Insumos Industriales y Energía; y Mesa Servida.

El foco de atención de este proyecto está puesto en la división de baños y cocinas más específicamente en Grival, una marca del grupo corona dedicada a la fabricación de grifería y elementos para baños y cocinas como válvulas de control, presurizadores de agua, desagües, sifones, duchas, regulaciones, acoples entre otros.

6.2 Organización de la planta

Es primordial entender que la planta Grival se centra especialmente en la elaboración de productos a base de plástico y metal por lo tanto es importante tener en cuenta el siguiente organigrama, el cual describe las áreas de la planta.

Figura 17*Organigrama áreas de la Planta**Nota.* Autor del proyecto

Este organigrama muestra cómo se encuentra conformada netamente las áreas de producción de la planta, como anteriormente se mencionaba, esta planta se centra especialmente en productos plásticos y de metal, existen áreas alternas tales como administrativos, centros de distribución, fabricación de herramientas entre otras.

6.3 Áreas de mayor interés

La línea de producción se encuentra enfocada directamente en las 4 superintendencias que se pueden observar en el organigrama de la figura 17, es únicamente en donde se laboran 3 turnos al día de 8 horas cada uno y donde se encuentra la mayoría de trabajadores, aproximadamente 400 colaboradores. En estas áreas es donde se encuentra la mayoría de máquinas utilizadas para la producción, en el área de inyección se encuentran máquinas como inyectoras de diferentes clases de productos; en el área de ensamble se cuenta con máquinas como selladoras, probadoras, pegadoras; en el área de lijado y pulido se cuenta tanto con personal como con robots y máquinas que se encargan de realizar este proceso; en el área de galvanizado o cromado hace poco se estrenó una planta automática que redujo el número de personas y de procesos para llevar a cabo la operación; finalmente el área de mantenimiento se encarga de mantener en orden y correcto funcionamiento toda la maquinaria de las áreas anteriormente mencionadas.

6.4 Descripción de las tareas

Al ser una planta en la que se fabrican gran variedad de productos es necesario diversificarla en diferentes áreas denominadas mini fabricas para lograr llevar a cabo la línea de producción, teniendo en cuenta esto, también es claro que se tiene diferentes puestos de trabajo, algunos con similitudes, pero otros totalmente distintos por lo que es importante tener claro las tareas realizadas para entender más el contexto del puesto de trabajo y llevar a cabo la identificación de riesgos y valoración de riesgos de cada uno, a continuación, se realiza una breve descripción de estos sitios de trabajo para tener más claro el entorno que se piensa atacar.

Tabla 3*Descripción de las Tareas*

AREA	MINFABRICA	PROCESO
INYECCIÓN	Asientos	<p>La mini fábrica de asientos se encarga de producir las tapas sanitarias para los distintos tipos de inodoro que produce la empresa Corona, tales como redondos, alongados, confort entre otros, este proceso se realiza mediante inyectoras plásticas, para esto se necesita un operario por máquina que está atento al cargue de la tolva y la salida del producto terminado para su respectivo empaquetado.</p>
	Herrajes	<p>Para la fabricación de los productos en herrajes se le añade un componente adicional, el cual es que algunos requieren un proceso de ensamble, adicional a la operación de la inyectora que realiza el proceso, el operario debe ensamblar las pequeñas piezas que salen de la inyectora y lograr así el productos final, ejemplo de productos que se fabrican en esta mini fábrica son manijas,</p>

válvulas de salida, flotadores para tanques de prevención y demás piezas que posteriormente pasaran al área de ensambles para elaborar el producto terminado.

Inyección comercial

En inyección comercial se realiza la producción de artículos como lavamanos, lavaplatos, duchas, llaves entre otros, mediante la inyección plástica, dichos productos pasan a cromado o pintura según sea el caso y posteriormente a ensamble, en esta mini fábrica se tienen aproximadamente 25 inyectoras, donde en la mayoría labora un solo operario el cual tiene la función del cargue de la tolva, recoger el producto inyectado y llevarlo al área que le prosigue.

Molinos

Molinos es una pequeña sección donde se lleva el material pastico sobrante al inyectar y productos que no pasaron la inspección de calidad, para poderlos reutilizar mediante el proceso de trituración, laboran aproximadamente 3 operarios que se

encargan de traer dicho material sobrante, abastecer el molino, y el redirigir el plástico reutilizado para poder ser usado en el proceso nuevamente.

Pinturas

En esta área se realiza el proceso de pintado para los productos requeridos, este proceso se realiza en un cuarto especial, donde se colocan las piezas en unas gancheras donde los operarios realizan el proceso de pintado con pistolas especiales para el proceso.

ENSAMBLE

Ensamble duchas

Ensamble lavamanos

Ensamble lavaplatos

Ensamblados accesorios

Ensamblados repuestos

El proceso de ensamble es muy similar en todas las mini fábricas, ya que, para realizar este proceso, se usan materiales que en su mayoría vienen del proceso de inyección y además elementos importados; la labor del operario es realizar el armado del producto final, uniendo todas las piezas necesarias, esto mediante el uso de herramientas como atornilladores que permiten la unión de las partes, existen aproximadamente 48

puestos de ensamble donde laboran entre 2 y 3 operarios por puesto.

Conformado

La mini fábrica de conformado es la encargada de realizar la fundición del metal mediante hornos industriales, una vez se realiza este proceso, el metal fundido se coloca en moldes que dan lugar a las piezas requeridas.

Una vez realizado el proceso anterior, las piezas metálicas llegan a esta sección donde se realiza el alistamiento de las piezas, para que posteriormente sean pasadas a cromar o pintar según sea el caso, este proceso se realiza mediante máquinas que los mismos operarios operan y también se cuenta con máquinas automáticas que realizan el proceso.

GALVANIZADO Y METAL

Lijado y pulido

Al proceso de cromado llegan piezas provenientes de inyección y del área de metal, aquí los operarios se encargan de colocar dichas piezas en gancheras, posteriormente estas gancheras son transportadas por un

Cromado sistema automático que sumerge estas piezas en distintos químicos que le dan el acabado en cromo, posteriormente los operarios bajan las piezas de las gancheras, las colocan en canastillas y son transportadas a la siguiente área donde son requeridas.

General El área general de mantenimiento se encarga de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo en las máquinas del mini fabricas como ensamble.

Galvanoplástico El procesó de mantenimiento galvanoplástico se enfoca en el tren automático donde se realiza el cromado de todas las piezas, esta área de mantenimiento debe estar concentrada en el correcto funcionamiento de este tren ya que una mínima falla puede ocasionar un alto total en todo el proceso de cromado.

MANTENIMIENTO

Plástico El mantenimiento plástico este encargado de máquinas como lo son las inyectoras, encargadas de toda la producción de las piezas plásticas en la planta, y teniendo

un total de aproximadamente 54 inyectoras es muy importante el cuidado y mantenimiento de estas máquinas, ya que son el eje central de la producción.

Metálico

Encargado de áreas como lijado y pulido, se encargan del seguimiento para que las máquinas de esta área, ya sean las automáticas o las manuales funciones de manera correcta, evitando cualquier falla y si es así proceder a corregirla.

**FABRICACIÓN DE
HERAMMIENTAS**

Fabher

Fabher o fabricación de herramientas es un área de la planta en la que se utiliza la metodología in house, mediante la cual se elaboran herramientas o piezas necesarias para casos como el montaje de moldes, en esta área también se realiza mantenimiento de accesorios para el izaje de cargas como eslingas, cáncamos, cadenas y demás.

SUMINISTROS

Suministros

El área de suministros es la encargada de recibir, almacenar y posteriormente abastecer con la materia prima, elementos del proceso y todas las compras que se realicen

para la planta, las cuales llegan inicialmente a suministros para luego ser direccionadas al área correspondiente.

ADMINISTRATIVOS

Administrativos

En la parte administrativa se enfocan áreas como la gestión humana, área de compras, logística, planificación de la producción, parte legal y demás que se encargan que la planta funciones de manera correcta gestionando los recursos con los que se cuenta.

Nota. Autor del proyecto

6.5 Identificación de peligros y valoración de riesgos

Para realizar la identificación de los peligros en las áreas de trabajo se basa principalmente en la Guía Técnica Colombiana GTC-45 del año 2012 la cual indica ciertos procedimientos mediante los cuales se puede llevar a cabo el reconocimiento de peligros y la valoración de los riesgos, en el caso de la planta Grival se desarrolla la siguiente ruta para la identificación de peligros.

Figura 18

Identificación de Peligros en la Planta

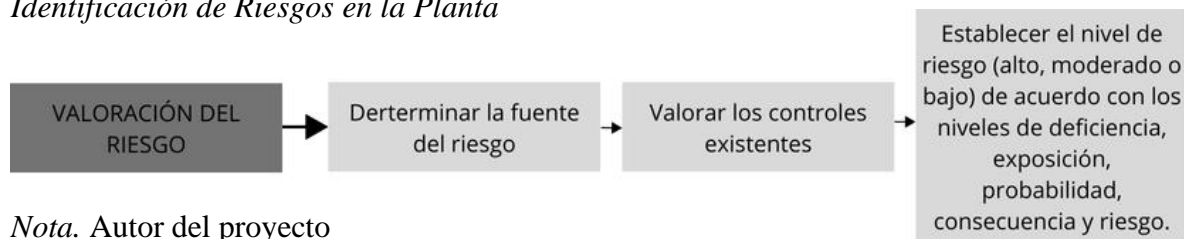


Nota. Autor del proyecto

Una vez estos peligros son identificados, se procede a hacer la respectiva valoración del riesgo mediante la siguiente ruta:

Figura 19

Identificación de Riesgos en la Planta



Nota. Autor del proyecto

Establecidos estos parámetros, se realizan las debidas matrices de peligros y riesgos permitiendo que estos puedan ser clasificados.

6.6 Auto reporte de condiciones de trabajo

Para la realización de este auto reporte es necesario entender la cantidad total de trabajadores por área en la que se aplicó y el porcentaje de trabajadores que elaboraron este autodiagnóstico.

Las áreas en las cuales se aplicó este auto reporte de condiciones de trabajo son las que intervienen directamente en el proceso y es importante aclarar que la empresa terceriza sectores como los servicios generales, mantenimiento general de la infraestructura, área de vigilancia, centro de acopio de residuos y casino por lo que no serán tenidas en cuenta para dicho diagnostico; las áreas en las que se aplicó, el número total de trabajadores, y el número de trabajadores por área que elaboraron el auto reporte se muestra a continuación, es

importante destacar que aparte de las 4 áreas principales que se mencionan en el inicio, para la elaboración de este auto reporte también se escogieron mini fabricas que se hacen parte de estas, pero debido a que desarrollan tareas diferentes es importante tomarlas en cuenta.

Tabla 4

Cantidad de personas que elaboraron el auto reporte

Área o mini fabricas	Cantidad total de trabajadores en el área	Cantidad de trabajadores que elaboraron el auto reporte	Porcentaje de trabajadores que elaboraron el auto reporte según su área de trabajo
Administrativos	60	39	65%
Conformado, lijado y pulido	47	30	64%
Cromado	29	18	62%
Pinturas	4	3	75%
Molino	5	3	60%
Fabher	15	9	60%
Inyección	134	80	60%
Ensamble	130	75	58%
Mantenimiento	21	12	57%
Suministros	16	9	56%

Nota. Autor del proyecto

Teniendo en cuenta la tabla 4, 278 trabajadores elaboraron el auto reporte, aproximadamente un 60% del total de los operarios, obteniendo los siguientes resultados.

El auto reporte, el cual puede consultarse en el Apéndice B ,es un instrumentó que permite identificar peligros y riesgo a los cuales los colaboradores desde el conocimiento de sus sitios de trabajo y tareas cotidianas que realizan manifiestan estar expuestos, en este caso mediante el diligenciamiento de un formato en el cual indican estar comprometidos o no a un peligro y la fuente que lo genera, el auto reporte se basa en identificación de peligros físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales, mecánicos eléctricos , locativos , públicos y críticos. Una vez los colaboradores diligencian este auto reporte se proceden a extraer las estadísticas y realizar el análisis de resultados que permita el diagnóstico de los peligros dominantes en la planta.

6.7 Matriz de peligros y riesgos

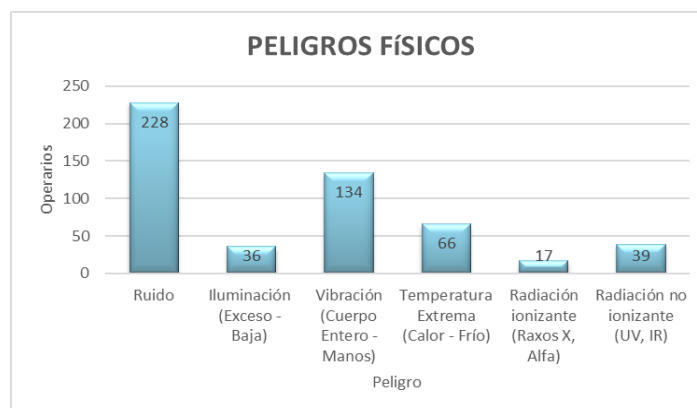
Una herramienta adicional que se utilizó para llevar a cabo el diagnóstico inicial es la matriz de peligros y riesgos la cual esta especificada en el Apéndice A, esta fue elaborada a partir de la norma GTC-45, mediante esta se toman en consideración factores como las áreas, procesos y puestos de trabajo identificando las clases de peligros y sus posibles consecuencias, una vez son identificados se procede a realizar la valoración del riesgo de cada uno de estos analizando la probabilidad, gravedad y tiempo o frecuencia de exposición, para así, obtener un nivel ya sea bajo, medio o alto y priorizar acciones necesarias.

6.8 Análisis de resultados

En la matriz de peligros y riesgos se observa la existencia de peligros biomecánicos, físicos, químicos, psicosociales, condiciones de seguridad entre otros. Considerando los peligros más latentes y con mayor nivel de riesgo se encuentran el biomecánico en el cual las acciones que más sobresalen son movimientos repetitivos, posturas prolongadas y demás riesgos ergonómicos, también las condiciones de seguridad en donde más destaca el riesgo de atrapamiento; los peligros físicos donde resaltan factores como el nivel de ruido y la temperatura, finalmente el riesgo químico donde se imponen peligros como los gases y vapores, humos y la manipulación de líquidos y sustancias tóxicas. Esta información es crucial, para que junto a los otros elementos usados para realizar el diagnóstico inicial se determinen cuáles serán los riesgos a intervenir.

Figura 20

Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Físicos



Nota. Autor del proyecto

Los peligros físicos más marcados que se encuentran en la planta son el ruido, el cual la mayoría de los operarios reportaron y también la vibración en la que se resalta que más del

50% de las personas que indicaron estar expuestos a esta clase de peligro pertenecen al área de ensambles.

Figura 21

Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Químicos

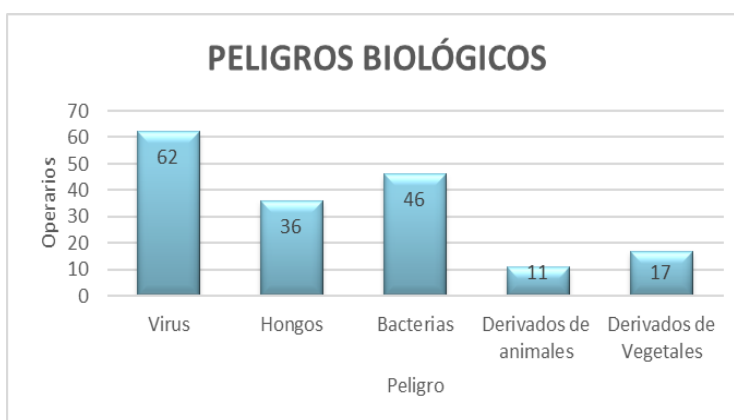


Nota. Autor del proyecto

En la figura 21 se observa que los peligros químicos al que los operarios dicen estar más expuestos son a los gases, manipulación de sustancias y los vapores, es importante indicar que el 98% de los operarios del área de Cromado, lijado y pulido que aplicaron el auto reporte manifiestan estar expuestos a estas clases de peligros.

Figura 22

Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Biológicos

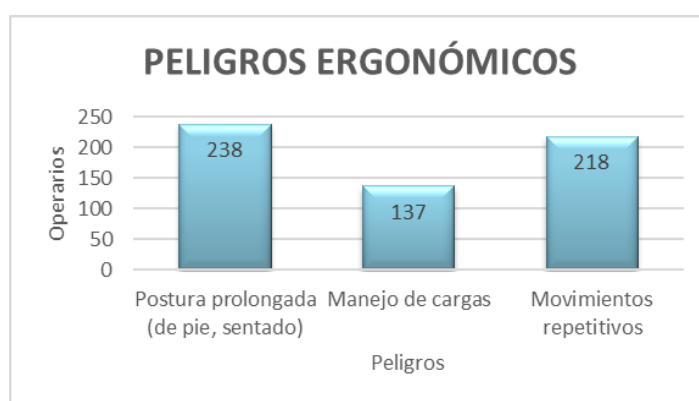


Nota. Autor del proyecto

De los peligros biológicos que se presentan en la planta resaltan principalmente virus y bacterias, esta cifra se encuentra distribuida proporcionalmente en todas las áreas teniendo en cuenta la cantidad de personas que elaboraron el auto reporte.

Figura 23

Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Ergonómicos

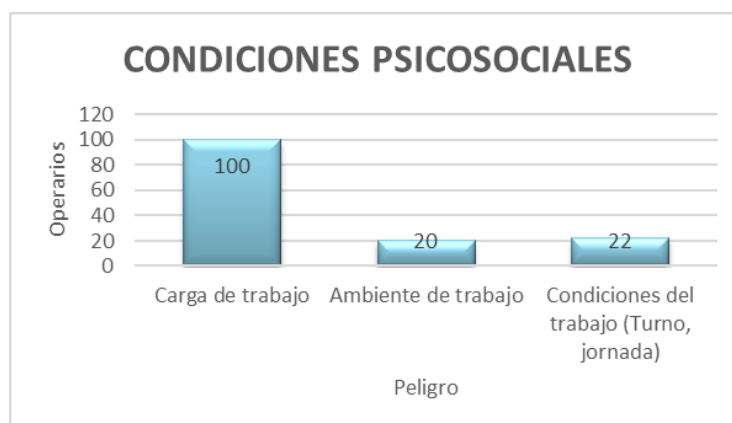


Nota. Autor del proyecto

El peligro ergonómico es quizás el más frecuente y más resaltado en todas las áreas de la planta ya que la mayoría de los trabajadores encuestados indican que en sus puestos de trabajo se presentan condiciones como posturas prolongadas y movimientos repetitivos.

Figura 24

Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Psicosociales

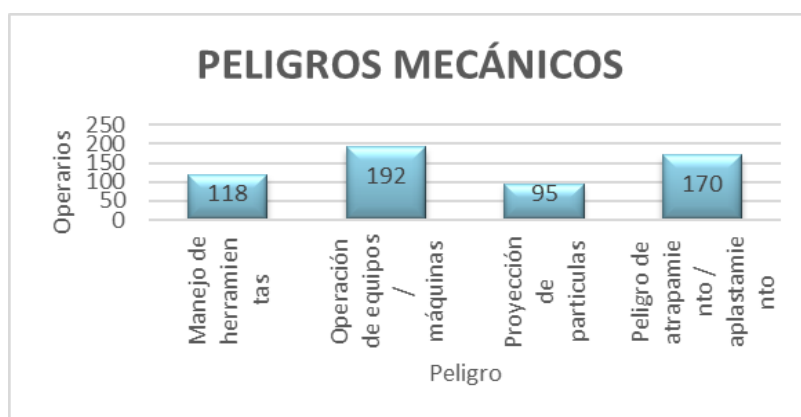


Nota. Autor del proyecto

De acuerdo a la figura 24 la condición psicosocial más destacada es la carga de trabajo a la que los operarios manifiestan estar expuestos, esta condición está distribuida uniformemente en todas las áreas en las que se aplicó el auto reporte.

Figura 25

Auto reporte Condiciones de Trabajo Peligros Mecánicos

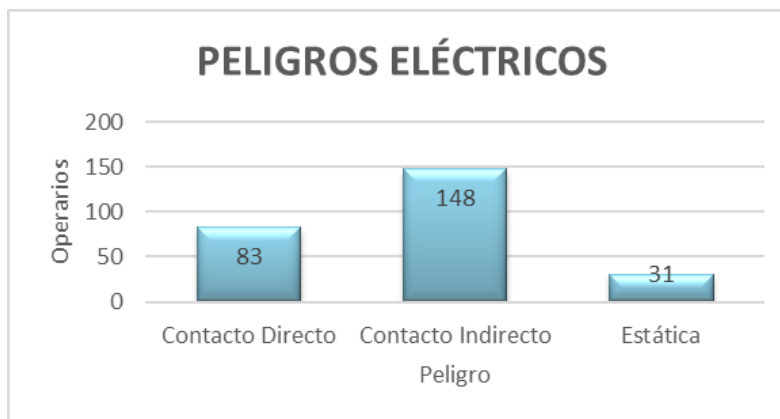


Nota. Autor del proyecto

Los peligros mecánicos también son de los más presentes durante la producción, principalmente la operación de equipos y maquinas también el peligro de atrapamiento, en donde más ocurre dichos peligros es en el área de ensamble y el área de inyección.

Figura 26

Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Eléctricos

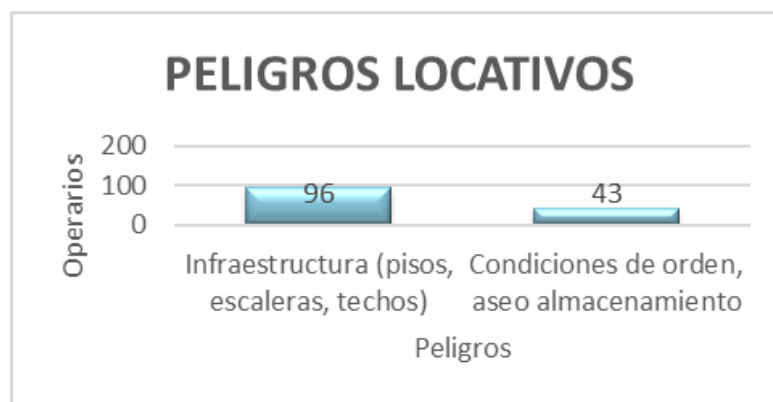


Nota. Autor del proyecto

Según los trabajadores encuestados el peligro eléctrico al cual se encuentran más expuestos es al contacto indirecto, cabe resaltar que para el peligro de contacto directo e indirecto el 100% de los operarios de mantenimiento que elaboraron el auto reporte manifestaron estar expuestos.

Figura 27

Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Locativos



Nota. Autor del proyecto

Los peligros locativos se encuentran en la mayoría de las áreas de la planta y la cantidad de operarios que indicaron estar expuestos a estos están distribuidos uniformemente en las áreas encuestadas.

Figura 28*Auto Reporte Condiciones de Trabajo Peligros Públicos*

Nota. Autor del proyecto

Según la figura 28 los peligros públicos son a los que los operarios manifiestan estar menos expuestos, esto debido al poco tráfico y la poca frecuencia con la que los vehículos transitan en la planta, además, los senderos peatonales y la vía donde transitan vehículos están separadas, en términos de atracas y asaltos se cuenta con respaldo de seguridad dentro de la planta.

Figura 29*Auto Reporte Condiciones de Trabajo Tareas Críticas*

Nota. Autor del proyecto

La tarea crítica que más sobresale son las áreas con espacios confinados que manifiestan tener los operarios para realizar sus tareas diarias, principalmente en las áreas de inyección, ensamble y mantenimiento, el trabajo en alturas tiende a una cifra baja debido a que este tipo de tareas son realizadas por empresas contratistas.

Tabla 5

Peligros identificados mediante la matriz de riesgos y peligros

PELIGROS	CANTIDAD
PUBLICO	6
BIOLOGICO	41
FEN_NAT	46
BIOMECANICO	48
CONDICIONES_DE_SEGURIDAD	55
FISICO	72
TAREAS CRITICAS	72
ELECTRICO	74
LOCATIVOS	79
PSICOSOCIAL	79
QUIMICO	82
MECANICO	151
ERGONOMICOS	183

Nota. Autor del proyecto

En la matriz de riesgos y peligros de la planta Grival se observan alrededor de 988 fuentes generadoras de riesgo, clasificados en destinos peligros, tal como se observa en la tabla 5. Teniendo en cuenta el uso de herramientas como la matriz de peligros y riesgos, el auto reporte de condiciones realizado a los trabajadores de cada área que influye en la operación, las inspecciones visuales a las instalaciones y tares, y conversaciones con los

operarios aplicadas para determinar los peligros que requieren intervención, se puede concluir que los riesgos dominantes a nivel general de la planta de Grival principalmente son el riesgo mecánico; las condiciones ergonómicas y los peligros químicos. Basados en estos peligros identificados se desarrollará la presentación de la propuesta técnico-económica, para su posterior evaluación y toma de decisiones.

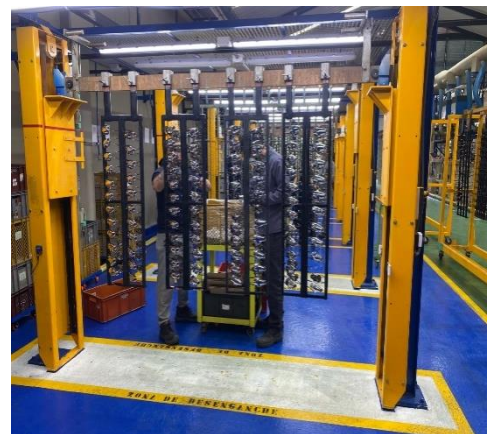
7. Evaluación de los riesgos

7.1 Tareas que generan los riesgos identificados

Riesgo ergonómico

Figura 30

Actividades de los operarios



Nota. Autor del proyecto

En la figura 30 se puede observar actividades que realizan los operarios en los diferentes procesos, generando riesgos como:

- Movimientos repetitivos: Son muy comunes en todas las áreas debido a las líneas de producción.
- Sobre esfuerzo: En algunos casos por uso de herramientas grandes o pesadas se puede producir esta condición.
- Permanencia prolongada en una misma posición: Debido al diseño de los puestos de trabajo, muchos trabajadores permanecen en la misma posición duran tiempo prolongado.

Riesgo mecánico

Figura 31

Fuentes de riesgo mecánico



Nota. Autor del proyecto

De acuerdo a las tareas y los equipos y maquinaria que utilizan, se pueden identificar principalmente los siguientes riesgos mecánicos:

- Manejo de herramientas: Uso de herramientas en mal estado o inadecuadas para la tarea que se realiza.
- Atrapamiento: Tolvas con mecanismos de giración que pueden provocar atrapamiento.
- Cortes : Se ha evidenciado el uso de cuchillos los cuales no son óptimos para la labor que se realiza.
- Proyección de partículas: Causada principalmente por actividades como el lijado, pulido y rebabado de accesorios.
- Superficies calientes: Fundamentalmente el área de conformado donde se moldea el metal al calentarse a altas temperaturas.

Riesgo químico

Figura 32

Fuentes de riesgo químico



Nota. Autor del proyecto

Como se puede apreciar en la figura 32 existen diversas condiciones o fuentes que pueden provocar esta clase de riesgos primordialmente:

- **Material particulado:** Actividades como lijado y pulido a crecentan este riesgo al contar con máquinas antiguas para su mitigación.
- **Inhalación de sustancias:** Sustancias volátiles que pueden estar en el ambiente principalmente en áreas como cromado donde se encuentra la mayoría de químicos.
- **Almacenamiento de productos químicos:** Algunas áreas cuentan con un almacenamiento inadecuado para las sustancias utilizadas en los procesos.

7.1.1 Métodos de valoración de riesgos

Teniendo en cuenta las principales fuentes de los riesgos identificados, se procede realizar la valoración de estos, se utilizaron métodos específicamente relacionados con cada riesgo evaluado, en este caso son el ergonómico, mecánico y químico, también teniendo en cuenta las diferentes áreas como ensamble, inyección y administrativos, y las tareas que realizan los operarios.

7.2 Evaluación del riesgo ergonómico

Para realizar la valoración de los riesgos ergonómicos se hace uso del método RULA, el cual es una herramienta que permite evaluar el riesgo relacionado con movimientos repetitivos, posturas inadecuadas, lesiones musculoesqueléticas, entre otras. Se elige este método ya que es apropiada para procesos industriales como los realizados en la planta de Grival. Su aplicación consiste siguiendo la siguiente metodología:

Se aplica para dos grupos, grupo A consiste en la puntuación de brazo, ante brazo y muñeca. En el grupo B se obtiene la puntuación de cuello tronco y piernas.

La puntuación del grupo A se obtiene de la siguiente manera:

Posición del brazo

La puntuación de brazo se determina a partir de 4 posiciones:

Figura 33

Método RULA- Puntuación posición del brazo

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 34

Método RULA-Posición del brazo



Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

En caso de existir un punto de apoyo en el que el trabajador descansa el brazo, mantenga el hombro elevado o brazos abducidos se modifica de acuerdo a la siguiente tabla:

Figura 35

Método RULA-Puntuación extra posición del brazo

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Posición del antebrazo

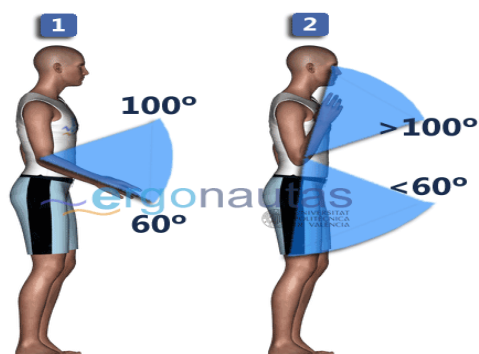
Para determinar la posición de antebrazo se toman en cuenta las siguientes posiciones:

Figura 36

Método RULA-Puntuación posición del antebrazo

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 37*Método RULA-Posición antebrazo*

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

También pueden modificarse en caso de que su posición sea a un lado del cuerpo o si cruza la línea media.

Figura 38*Método RULA-Puntuación extra posición del antebrazo*

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Puntuación de la muñeca

Se tiene en cuenta el ángulo de flexión y el giro de la misma, en el caso del ángulo de giro, se asigna la siguiente puntuación:

Figura 39*Método RULA-Puntuación posición de la muñeca*

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 40*Método RULA-Posición de la muñeca*

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

En caso de que haya una desviación radial o cubital se modifica con la siguiente puntuación:

Figura 41*Método RULA-Puntuación extra posición de la muñeca*

Posición	Puntuación
Desviación radial	+1
Desviación cubital	+1

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Para la puntuación del giro de muñeca se tienen en cuenta dos posiciones:

Figura 42

Método Rula-Puntuación giro de la muñeca

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 43

Método Rula-Posición giro de la muñeca



Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

La puntuación del grupo B se determina de la siguiente manera:

Puntuación del cuello

Se asigna a partir de la siguiente tabla:

Figura 44

Método RULA-Puntuación posición del cuello

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 10°	1
Flexión $>10^\circ$ y $\leq 20^\circ$	2
Flexión $>20^\circ$	3
Extensión en cualquier grado	4

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

En caso de tener aspectos como cabeza rotada o con inclinación lateral, su puntaje puede ser modificado.

Figura 45

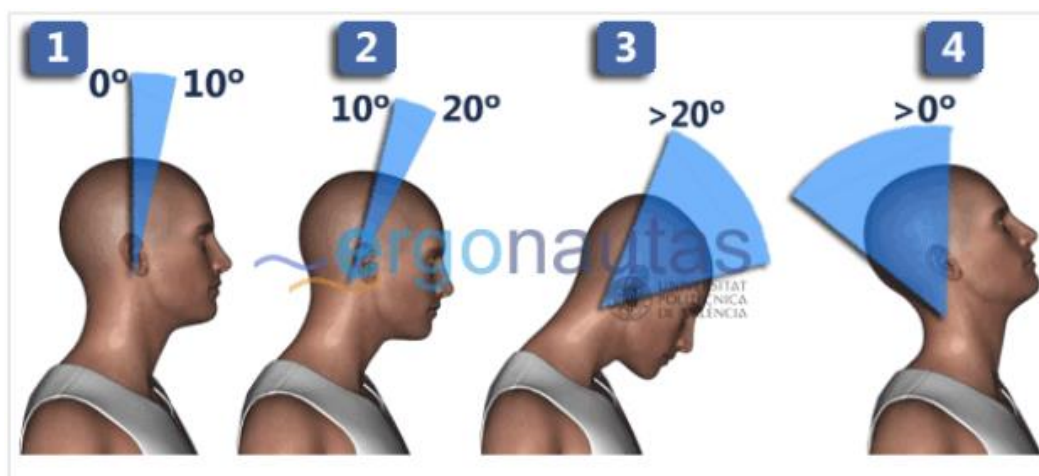
Método RULA-Posición extra puntuación del cuello

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 46

Método RULA-Posición del cuello



Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Puntuación del tronco

Para asignar el puntaje para las posiciones del tronco se establecen bajo las siguientes posiciones.

Figura 47

Método RULA-Puntuación posición del tronco

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

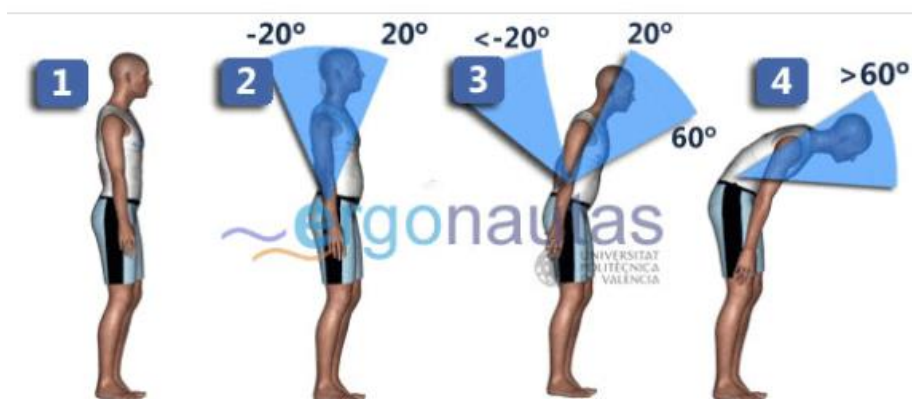
Si presenta modificaciones como tronco rotado o con inclinación lateral, su puntaje cambiara.

Figura 48

Método RULA-Puntuación extra posición del tronco

Posición	Puntuación
Tronco rotado	+1
Tronco con inclinación lateral	+1

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 49*Método RULA-Posición del tronco*

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Puntuación de las piernas

A la posición que los trabajadores ejercen con sus piernas se les asigna la siguiente puntuación:

Figura 50*Método RULA-Puntuación posición de las piernas*

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 51*Método RULA-Posición de las piernas*

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Una vez obtenido los puntajes del grupo A y B, ambos puntajes pueden verse modificados de acuerdo al tipo de actividad y carga o fuerza que se ejerce.

Figura 52*.Método RULA-Puntuación extra grupos A y B*

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 53*Método RULA-Puntuación extra según la carga*

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Finalmente, obtenidos los puntajes finales, al puntaje del grupo A y el grupo B, se les asignara el nombre de puntuación C y puntuación D respectivamente y de esta manera obtener la puntuación correspondiente.

Figura 54

Método Rula-Puntuación final

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Al llevar a cabo la unión de filas y columnas entre la puntuación C y D, se obtendrá el nivel de riesgo que se puede interpretar de la siguiente manera:

Figura 55

Método RULA-Nivel de riesgo según puntaje

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

Nota. Tomado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

La evaluación se hará con operarios de distintas áreas de la planta, tomando en cuenta la tarea que realizan y el tiempo de jornada en el que realizan dicha tarea, utilizando el método RULA explicado anteriormente y utilizando el formato que se presenta a continuación mediante el cual permite determinar el nivel de riesgo.

Figura 56

Modelo calificación método RULA

NOMBRE		Carolina Gomez				FECHA		5/06/2025			
CARGO		Controladora de ensamble									
TAREA		Armado de piezas									
JORNADA LABORAL		46 hrs/semana Lun-sab									
TABLA A		MUÑECA									
		1		2		3		4			
Brazo		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca			
	Antebrazo	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	
	2	2	2	2	2	3	3	3	3		
	3	2	3	3	3	3	3	4	4		
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4		
	2	3	3	3	3	3	4	4	4		
	3	3	4	4	4	4	4	5	5		
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5		
	2	3	4	4	4	4	4	5	5		
	3	4	4	4	4	4	5	5	5		
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5		
	2	4	4	4	4	4	5	5	5		
	3	4	4	4	5	5	5	6	6		
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7		
	2	5	6	6	6	6	7	7	7		
	3	6	6	6	7	7	7	7	8		
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9		
	2	8	8	8	8	8	9	9	9		
	3	9	9	9	9	9	9	9	9		

TABLA A	ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTAJÓN C

TABLA B		Tronco										TABLA B	ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTAJÓN D		
		1		2		3		4		5						6	
Cuello		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		3	1	0	4
1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2					
2	2	3	2	3	3	4	5	5	5	6	6	7	7				
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	7				
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8				
5	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8				
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9				

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

Nota. Adaptado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 57

Aplicación área de ensamble método RULA-Tabla A

NOMBRE		Carolina Gomez				FECHA		5/06/2025			
CARGO		Controladora de ensamble									
TAREA		Armado de piezas									
JORNADA LABORAL		46 hrs/semana Lun-sab									
TABLA A		MUÑECA									
		1		2		3		4			
Brazo		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca			
	Antebrazo	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	
	2	2	2	2	2	3	3	3	3		
	3	2	3	3	3	3	3	4	4		
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4		
	2	3	3	3	3	3	4	4	4		
	3	3	4	4	4	4	4	5	5		
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5		
	2	3	4	4	4	4	4	5	5		
	3	4	4	4	4	4	4	5	5		
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5		
	2	4	4	4	4	4	5	5	5		
	3	4	4	4	5	5	5	6	6		
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7		
	2	5	6	6	6	6	7	7	7		
	3	6	6	6	7	7	7	7	8		
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9		
	2	8	8	8	8	8	9	9	9		
	3	9	9	9	9	9	9	9	9		

TABLA A	ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTAJÓN C
4	1	1	6

Nota. Adaptado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Para este caso se realiza la aplicación del método RULA para una operaria del área de ensamble, en la tabla A se clasifica el movimiento del brazo, antebrazo, muñeca y el giro de esta, se rellena de color azul la clasificación que se le asigna a la parte que se está evaluando del cuerpo, y se rellena de color verde el puntaje obtenido al cruzar las calificaciones anteriores.

Brazo: Se le asigna un puntaje de 3 debido a que la operaria ejerce movimiento de este entre 45 y 90 grados.

Antebrazo: Recibe un puntaje de 1 por movimientos entre 60 y 100 grados, sin embargo, aumenta 1 punto más causado por el movimiento del cuerpo.

Muñeca: Debido a la actividad que realiza, su muñeca tiene una flexión mayor a 15 grados, por lo que se establece un puntaje de 3.

Giro de muñeca: En este caso la pronación de la muñeca es extrema, recibiendo un puntaje de 2.

Finalmente se cruzan todos los puntajes obtenidos y se tiene como resultado para la tabla A un puntaje de 4, este puede incrementarse debido al tipo de actividad y la carga como se observen definidas en las figuras 52 y 53 respectivamente, obteniendo un puntaje final de 6. Este puntaje pasa a llamarse puntuación C.

Figura 58

Aplicación área de ensamble método RULA-Tabla B

TABLA B	Tronco												TABLA B	ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTAJÓN D	
	1		2		3		4		5		6						
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas						
Cuello	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	3	1	0	4	
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7					
2	2	3	2	3	4	5	5	6	6	7	7	7					
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7					
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8					
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8					
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9					

Nota. Adaptado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Una vez determinado el puntaje de la tabla A, se determina el puntaje de la tabla B de forma similar, esta vez calificando el cuello, tronco y las piernas.

Cuello: Se asigna un puntaje de 3 ya que el cuello de la operaria tiene una flexión de más de 20 grados al realizar su actividad laboral.

Tronco: Inicialmente se da una calificación de 1, pero debido a que ejerce movimientos de rotación, su puntaje aumenta a 2.

Piernas: Recibe una puntuación de 1 ya que labora de pie, pero con el peso distribuido de forma simétrica.

De igual forma, se cruzan los puntajes obtenidos y se obtiene una calificación final para la tabla B de 3, puntaje que aumenta a debido a la repetitividad de la tarea. Para la calificación final pasara a llamarse puntuación D.

Figura 59

Aplicación área de ensamble método RULA-Puntaje final

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

Nota. Adaptado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Determinados la puntuación C y D, se obtendrá la puntuación final la cual se rellena de color amarillo al cruzar estos dos, en este caso la puntuación final es 6.

Figura 60

Aplicación área de ensamble método RULA-Interpretación del riesgo

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

Nota. Adaptado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

El puntaje se interpreta mediante la figura 60, en este caso una puntuación de 6 indica un nivel de riesgo 3, lo cual sugiere un rediseño de la tarea.

Figura 61

Aplicación método RULA-Área de inyección

NOMBRE	Adelmino Quevedo		FECHA	5/06/2025					
CARGO	Controlador de herrajes (inyección)								
TAREA	Operador de inyectora, rebordeado de piezas								
JORNADA LABORAL	46 hrs/semana Lun-sab								
TABLA A	MUÑECA								
	1		2		3		4		
	Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		
Brazo	Antebrazo	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	5	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

TABLA A	ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTUACIÓN C
4	0	1	5

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

TABLA B	ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTUACIÓN D
4	0	1	5

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

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



Nota. Adaptado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 62

Aplicación método RULA-Área de cromado

NOMBRE	Cristian Barragan		FECHA	6/06/2025						
CARGO	Ayudante cromado									
TAREA	Enganvhe y desenganche de piezas									
JORNADA LABORAL	46 hrs/semana Lun-sab									
TABLA A	MUÑECA									
		1		2		3		4		
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		
Brazo	Antebrazo	1	2	1	2	1	2	1	2	
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	
	2	2	2	2	2	3	3	3	3	
	3	2	3	3	3	3	3	4	4	
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4	
	2	3	3	3	3	3	4	4	4	
	3	3	4	4	4	4	4	5	5	
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5	
	2	3	4	4	4	4	4	5	5	
	3	4	4	4	4	4	5	5	5	
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5	
	2	4	4	4	4	4	4	5	5	
	3	4	4	4	5	5	5	6	6	
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7	
	2	5	6	6	6	6	7	7	7	
	3	6	6	6	7	7	7	7	8	
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9	
	2	8	8	8	8	8	8	9	9	
	3	9	9	9	9	9	9	9	9	

TABLA A	ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTAJÓN C
7	1	1	8

TABLA B	Tronco												TABLA B	ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTAJÓN D
	1		2		3		4		5		6					
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas					
Cuello	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	4	0	1	5
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7				
2	2	3	2	3	4	5	5	6	7	7	7	7				
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7				
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8				
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8				
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9				

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

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

Nota. Adaptado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 63

Aplicación método RULA-Área de mantenimiento

NOMBRE	Juan Zarabanda		FECHA	6/06/2025	
CARGO	Tecnico de mantenimiento				
TAREA	Mantenimiento electromecánico de maquinas				
JORNADA LABORAL	8 hrs /día lun-dom				

TABLA A		MUÑECA							
		1		2		3		4	
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
Brazo	Antebrazo	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	8	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

TABLA A	ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTAJÓN C
4	0	1	5

TABLA B		Tronco												TABLA B	ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTAJÓN D	
		1		2		3		4		5		6						
		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas						
Cuello	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	5	0	1	6
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7	7	7				
2	2	3	2	3	4	5	5	6	7	7	7	7	7	7				
3	3	3	3	4	4	5	5	6	7	7	7	7	7	7				
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7				
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8				
6	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9				

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

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



Nota. Adaptado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Figura 64

Aplicación método RULA-Área de administrativos

NOMBRE	Karol Rey		FECHA	6/06/2025	
CARGO	Encargada de comunicaciones				
TAREA	Edición de videos, presentaciones, información general				
JORNADA LABORAL	9 hrs/día Lun-vie				

TABLA A		MUÑECA							
		1		2		3		4	
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
Brazo	Antebrazo	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
3	3	3	4	4	4	4	4	5	5
	1	3	3	4	4	4	4	5	5
4	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
5	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
6	3	4	4	4	5	5	5	6	6
	1	5	5	5	5	5	6	6	7
5	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	8	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

TABLA A	ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTAJÓN C
3	1	0	4

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

TABLA B		ACTIVIDAD	FUERZA	PUNTAJÓN D
		5	1	0

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

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

Nota. Adaptado de <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

La valoración de los riesgos ergonómicos se realiza con personas de distintas áreas, teniendo en cuenta la similitud de las tareas en cada área se escoge una persona para realizar dicha valoración, esta se puede observar en el Apéndice F.

Tabla 6

Resultados riesgo ergonómico

Área	Nivel de riesgo	de	Interpretación
Ensamble	5		Alto
Inyección	6		Alto
Metal	7		Muy alto
Mantenimiento	7		Muy alto
Administrativos	6		Alto

Nota. Autor del proyecto

Según la tabla 6 áreas como metal/cromado y mantenimiento presentan riesgos muy alto , es decir más del 20% de trabajadores de la planta están expuestos a ese nivel de riesgo teniendo como principales criterios las posiciones y movimientos de los brazos y cuello a raíz de las tareas realizadas, áreas como ensamble e inyección, lugares donde laboran aproximadamente el 57% de los trabajadores presentan riesgos altos a raíz de condiciones como movimiento repetitivos, posturas forzadas y uso de herramientas inadecuadas para la tareas. Se determina que el nivel de riesgo es ALTO con tendencia a MUY ALTO, por lo que se hace necesaria la implementación de medidas que permita mitigar el riesgo.

7.3 Evaluación de riesgo mecánico

Para realizar la evaluación de este riesgo se tiene en cuenta las maquinas utilizadas para el proceso productivo en la planta Grival, las cuales se pueden revisar en el Apéndice C

hace uso de la lista de la lista de chequeo para el diagnóstico de riesgos mecánicos utilizada por la empresa Corona, dicha lista se puede observar en el Apéndice D la cual fue elaborada en asociación con la aseguradora Colmena.

Esta evaluación se realiza en áreas donde se cuentan con la mayor cantidad de máquinas y herramientas y por ende donde más propenso existe este peligro. Para determinar el nivel de riesgo y diligenciar la lista de chequeo se sigue la metodología explicada a continuación, dicha metodología es propuesta conjuntamente con la lista de chequeo por la empresa Corona.

Se evalúan las siguientes tareas/partes del equipo: Sistemas de transmisión y partes móviles, criticidad, probabilidad, Repetitividad de la tarea, tareas manuales, potenciales perdidas en tareas, vulnerabilidad, accionamientos, puntos de operación, paros de emergencia y dispositivos adicionales.

Sistemas de transmisión y partes móviles

Se especifican variables como:

- El sistema de transmisión de fuerza posee guardas de seguridad.
- Guardas fijas sólidamente aseguradas.
- Cuentan con enclavamiento.
- Señalización correcta de los puntos de peligro.
- Área de desplazamiento de los operarios libre.

Esta sección es evaluada de 0 a 5, siendo 0 la condición ideal y 5 la condición más negativa.

Criticidad

Para este aspecto se evalúan 4 posibles escenarios:

Figura 65

Criticidad Riesgo mecánico

1. **Coloque 0** si en la tarea analizada se puede presentar incidente sin lesión o enfermedad en el operario.
2. **Coloque 2** si en la tarea analizada se puede presentar lesión o enfermedad leve en el operario.
3. **Coloque 4** si en la tarea analizada se puede presentar lesión o enfermedad con incapacidad en el operario.
4. **Coloque 5** si en la tarea analizada se puede presentar incapacidad permanente, muerte o pérdida de una parte del cuerpo.

Nota. Organización Corona

Probabilidad

Para la probabilidad se toman valores de -1 a 1

- -1 si el histórico de accidentes e incidentes en máquinas es cero y es imposible el acceso al punto de operación.
- 0 si ha ocurrido al menos un incidente en el último año y tiene acceso a los puntos de operación de las máquinas.
- 1 si ha ocurrido al menos un accidente en la zona o familia de máquina o proceso.

Repetitividad

La repetitividad obtiene valores que se explican en la figura 66.

Figura 66

Repetitividad riesgo mecánico

		NUMERO DE VECES QUE SE EJECUTA LA TAREA POR CADA PERSONA		
NUMERO DE PERSONAS		Menos de una vez por día	Algunas veces al día	Muchas veces al día
(Que realizan la tarea)	POCAS	1	1	2
	NUMERO MODERADO	1	2	3
	MUCHAS	2	3	3

Nota. Organización Corona

Tareas Manuales

Los ítems evaluados en las tareas manuales se clasifican con una puntuación de 0 o 5, de acuerdo a su exposición se puntúa con 0 la condición más favorable y 5 la condición más negativa.

Vulnerabilidad

Las variables son evaluadas con puntuación de 1, 3 y 6.

Figura 67

Vulnerabilidad riesgo mecánico

- 1. Coloque 1.** Si la guarda solo se puede retirar con herramienta especializada y con la ayuda de personal de mantenimiento.
- 2. Coloque 3** Si se puede retirar con la ayuda de personal de mantenimiento y herramienta común.
- 3. Coloque 6** Si la puede retirar o bloquear el operario de forma manual sin ayuda de un tercero.

Nota. Organización Corona

Comando de accionamiento

Estas variables puntúan con 1, 2 y 3.

Figura 68

Comando accionamiento riesgo mecánico

Coloque 1. Si la máquina es accionada por dos o cuatro comandos o su accionamiento es de tipo lejano al punto de operación.

Coloque 2 Si el accionamiento es por selector pulsador cercano al punto de operación de la máquina.

Coloque 3 Si El accionamiento de la máquina es por pedal con exposición de los miembros superiores al punto de operación.

Nota. Organización Corona

Accesos a puntos de operación

Para este caso se cuenta con las secciones A y B, la sección A se clasifica en 1,2 y 3 dependiendo si el acceso al punto de operación es fácil, difícil pero posible o muy difícil siendo 1 la condición ideal y 3 la condición más negativa.

Para la sección B se cuenta con preguntas relacionadas operación, mantenimiento y aseguramiento de energías de la máquina, clasificándose con puntuación de 0,1,2 y 3.

Figura 69

Accesos a punto de operación riesgo mecánico

Coloque 0. Si la condición no aplica.

Coloque 1. Si la condición es aceptable.

Coloque 2 Si la condición se cumple de forma parcial.

Coloque 3 Si la condición no se cumple.

Nota. Organización Corona

Paros de emergencia

Los paros de emergencia tienen puntuación de 1,2 y 3 de acuerdo a los criterios de la figura 70.

Figura 70

Paros de emergencia riesgo mecánico

Coloque 1. Si existe y es cercano al punto donde desarrolla las actividades el operario y se puede activar de forma fácil.

Coloque 2 Si existe pero su ubicación no me permite el accionamiento en caso de emergencia. Es un paro de accionamiento lejano.

Coloque 3 Si cerca de los puntos de operación de máquina NO existe forma de parar la máquina en caso de emergencia.

Nota. Organización Corona

Dispositivos adicionales

Dispositivos como sensores, protecciones redundantes, pantallas infrarrojas o fotovoltaicas, sensores de movimiento, etc. que por su accionamiento o activación detienen la máquina en su operación, estos se clasifican dependiendo si se cuentan con estos dispositivos, son difíciles de acondicionar o no existen, pero tienen las condiciones para ser implementados con, se puntúan 0,1 y 2 respectivamente.

Resultados

Una vez obtenidas todas las puntuaciones de cada aspecto, en la columna TOTAL de la lista de chequeo se promedia el puntaje de todas las variables en cada una de las tareas/partes del equipo evaluadas, seguidamente estos promedios son sumados obteniendo la puntuación final.

Conocido el puntaje final (PF) y teniendo en cuenta que el valor máximo posible alcanzable en una calificación muy negativa es 36 se usa la formula $(100/36) * PF$.

Con el porcentaje del puntaje final se procede a evaluar el riesgo como lo indica la figura 71.

Figura 71

Nivel de riesgo mecánico

A: Muy Crítico =>60% del total y la casilla se representa en color rojo
B: Moderado = 30% a 59% del total y la casilla se representa en color amarillo
C: No crítico =< 29% del total y la casilla se representa en color verde

Nota. Organización Corona

Tabla 7

Resultados riesgo mecánico

AREA	NIVEL DE RIESGO
Ensamble	50,00%
Inyección	63,89%
Fabher	66,67%
Metal/conformado	69,44%
Metal/Lijado y pulido	63,89%
Metal/Cromado	50,00%
Mantenimiento	52,78%

Nota. Autor del proyecto

Se realiza la lista de chequeo que puede verse diligenciada en el Apéndice D para cada área que se observa en la tabla 7, estas son las áreas más críticas en cuanto al manejo de maquinaria y herramientas, El promedio obtenido de todas las áreas evaluadas es 59,52% según la guía utilizada para esta evaluación es un riesgo MODERADO, pero se debe tener en cuenta que está a tan solo 0,48% de ser catalogado como riesgo MUY CRITICO o dicho de otro modo un riesgo **ALTO**, y sabiendo que hay áreas donde el riesgo es crítico es importante implementar acciones que permitan contrarrestar este riesgo.

7.4 Evaluación del riesgo químico

Para realizar la valoración del riesgo químico se hace mediante la adaptación del diagnóstico del sistema de vigilancia para la prevención y control de efectos por la exposición a riesgo químico el cual es elaborado por la ARL sura, este se basa en una serie de preguntas en diversas secciones relacionadas al factor de riesgo química, como se muestra a continuación:

Figura 72

Evaluación de riesgo químico-Conocimiento

1. CONOCIMIENTO BASICO
1.1 Se conoce y se actualiza la legislación aplicable al riesgo químico como por ejemplo la ley 55 de 1993 y el decreto 1973 de 1995
1.2 La empresa conoce las restricciones legales que existen para el uso de ciertos productos químicos y cuenta con los permisos correspondientes (Ej. Estupeficientes, precursores de armas químicas, manejo de explosivos)
1.3 Se incluye el riesgo químico en sus matrices de riesgo.
1.4 La empresa ha definido un plan acción y un cronograma específico para la gestión del riesgo químico (que incluya seguridad y salud).
1.5 Se cuenta con un programa para la gestión del riesgo químico que busque identificar, evitar y controlar los efectos en la salud de los trabajadores expuestos (sistema de vigilancia epidemiológica).
1.6 La empresa analiza y gestiona el impacto o influencia que ejerce el uso de sustancias químicas hacia el exterior de sus instalaciones.
1.7 La empresa realiza examen médico ocupacional y evaluación biológica al personal expuesto a sustancias químicas. (Ej. Espirometría, RX tórax, BEI, transaminasas....)
1.8 La empresa realiza evaluación ambiental de la exposición a sustancias químicas (mediciones ambientales ocupacionales)

Nota. Tomado de exposición a riesgo químico ARL SURA

En esta sección se determina que tanto la empresa cumple con dichos requerimientos.

Figura 73*Evaluación de riesgo químico-Gestión del riesgo*

2. COMUNICACIÓN DE PELIGROS - GESTIÓN DEL RIESGO
2.1 Se cuenta con una matriz o formato de identificación y caracterización de las sustancias químicas completo y actualizado
2.2 La empresa ha definido un sistema de identificación (etiquetado), rotulación y de divulgación de peligros químicos para toda la organización.
2.3 Todos los productos químicos están clasificados, rotulados y llevan la identificación del peligro durante todo el ciclo de vida (desde la compra hasta el desecho)
2.4 La empresa exige a sus proveedores que todos los productos vengan con etiquetas, identificación de peligros y hojas de seguridad (MSDs)
2.5 La empresa cuenta con un instrumento para vigilar el transporte de mercancías peligrosas y verifican el cumplimiento de la normatividad por parte de los proveedores y contratistas (D1609/02)
2.6 Se cuenta con métodos internos de rotulado para productos intermedios o transvasados
2.7 Las tuberías que transportan productos químicos peligrosos están debidamente identificadas
2.8 Se tienen debidamente clasificados e identificados los desechos de sustancias químicas.

Nota. Tomado de exposición a riesgo químico ARL SURA

En la sección dos se profundiza en cómo la empresa ejecuta acciones para poder mitigar el riesgo.

Figura 74*Evaluación de riesgo químico-Comunicación*

3. COMUNICACIÓN DE PELIGROS - MSDS
3.1 La empresa cuenta con las hojas de seguridad de todas las sustancias que utiliza (MSDs) que cumplen con la norma, están en español y actualizadas y están disponibles para las partes interesadas
3.2 La empresa elabora las hojas de seguridad de los productos que vende (si es aplicable)
3.3 Se lleva control sobre productos o sustancias que no tengan hoja de seguridad y/o productos nuevos u obsoletos.
3.4 El personal directamente involucrado conoce y tiene acceso a las hojas de seguridad de los productos químicos que utiliza o a los que está expuesto

Nota. Tomado de exposición a riesgo químico ARL SURA

Mediante las preguntas de la sección tres se establece si existe el cumplimiento normativo debido.

Figura 75

Evaluación de riesgo químico-Capacitación y entrenamiento

4. COMUNICACIÓN DE PELIGROS – CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO
4.1 Existe un programa de capacitación y entrenamiento en riesgo químico
4.2 El programa de capacitación y entrenamiento de la empresa contempla la inducción del personal nuevo y la reinducción periódica de los trabajadores
4.3 El programa de capacitación y entrenamiento de la empresa incluye a los visitantes, contratistas, proveedores, personal de aseo y otras partes interesadas
4.4 Existe un programa de capacitación y entrenamiento especial y diferente para la brigada de emergencias en el tema de sustancias químicas

Nota. Tomado de exposición a riesgo químico ARL SURA

En la sección cuatro se determina si existe la capacitación adecuada para el personal que más expuesto se ve al riesgo químico

Figura 76

Evaluación de riesgo químico-Sistemas de control

5. SISTEMAS DE CONTROL
5.1 EN LA FUENTE
5.1.1 La empresa contempla controles tipo eliminación, sustitución y de ingeniería para reducir la exposición sustancias químicas?
5.2 ADMINISTRATIVOS
5.2.1 La empresa contempla controles de tipo administrativo (Ej. Criterios específicos de selección para cargos críticos, programa de pausas, descansos, rotaciones, restricciones, reubicación, entre otras) para reducir la exposición sustancias químicas?
5.2.2 La empresa cuenta con procedimientos operativos estandarizados para la compra, recepción, almacenamiento, manipulación, transporte y desecho de las sustancias químicas?
5.3 EN LOS TRABAJADORES
5.3.1 La empresa tiene caracterizado y lleva registro sobre los niveles de exposición de los trabajadores
5.3.2 Se realizan evaluaciones (médicas - biológicas) de exposición y/o de efecto específicas en los trabajadores
5.3.3 Se llevan estadísticas y registros por trabajador que favorezcan la toma de decisiones y la estructuración de programas de vigilancia (Ej. Ausentismo, evaluaciones médicas ocupacionales, morbilidad...)
5.3.4 La empresa cuenta con procedimiento para la selección técnica de elementos de protección personal.
5.3.5 La empresa suministra, capacita y entrena en el uso y mantenimiento de los EPP.
5.3.6 Los trabajadores utilizan adecuadamente y cuidan los EPP que se les suministra y la empresa lo verifica (observación del comportamiento)
5.3.7 Entre la empresa y los trabajadores existen mecanismos que faciliten la notificación de peligros potenciales

Nota. Tomado de exposición a riesgo químico ARL SURA

La quinta sección está orientada a determinar si se aplican o no controles tanto en la fuente, de los administrativos y a los empleados que permitan la minimización de este riesgo.

Figura 77

Evaluación de riesgo químico-Emergencias y retroalimentación

6. EMERGENCIAS QUIMICAS
6.1 En las áreas existen elementos y personal entrenado para atender una emergencia química?
7. VERIFICAR - EVALUAR
7.1 La empresa ha establecido indicadores que permitan evaluar el programa de riesgo químico y sus avances con base en los objetivos, política y directrices legales
7.2 La empresa tiene definidos los "casos sospechosos" y realiza su respectiva gestión y seguimiento.
8. RETROALIMENTACION
8.1 la empresa recoge comentarios de partes interesadas como: Clientes, contratistas, comunidad entre otras y los analiza para generar planes de acción
8.2 La empresa guarda registros escritos, fotográficos o de otra índole, sobre la gestión, mejoras, y decisiones tomadas haciendo énfasis en el seguimiento al cumplimiento de los compromisos en forma sistemática

Nota. Tomado de exposición a riesgo químico ARL SURA

Finalmente, en las secciones finales se establece como la empresa evalúa, revisa e implementa posibles mejoras.

Para establecer el nivel de riesgo se determinara si se cumple o no con cada una de las preguntas planteadas, establecido el puntaje final esta será dividido en 38, el cual es el puntaje máximo que se puede alcanzar, de acuerdo a este puntaje de cumplimiento se determina el nivel de riesgo, para tener una visión más clara se realizaran en las áreas más críticas respecto al riesgo químico: Cromado, Laboratorio, conformado y en general para el resto de áreas que no están muy expuestos, este puede observarse en el apéndice E.

Para establecer el nivel de riesgo se hace uso del siguiente parámetro:

Porcentaje de cumplimiento	Clasificación del riesgo
----------------------------	--------------------------

0 al 29%	ALTO
30 al 70%	MODERADO
>70%	BAJO

Tabla 8

Resultados riesgo químico

ÁREAS	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO
CROMADO	60,53%
CONFORMADO	65,79%
LABORATORIO	63,16%
DEMÁS ÁREAS	52,63%
PROMEDIO	60,53%

Nota. Autor del proyecto

En la tabla 8 se observa los resultados obtenidos conforme al porcentaje de cumplimiento alcanzado para cada una de las áreas en el que se aplicó, con un porcentaje de cumplimiento general inferior al 70% se puede catalogar el riesgo químico como MODERADO indicando la necesidad de reforzar los controles ya existentes para esta clase de riesgo.

8. Propuesta Técnica

Para la elaboración de la propuesta técnica se hace necesario entender la jerarquía del control de riesgos que propone la ISO 45001, como se evidencia en la siguiente imagen:

Figura 78

Jerarquía control de riesgos



Nota. Tomado de <https://twind.io/es/jerarquia-de-control-de-riesgos-iso-45001/>

Se cuentan con 5 niveles en la jerarquía de controles, teniendo a la eliminación del riesgo como el más efectivo y el uso de los EPP como el menos efectivos, cada uno de los niveles, sus ventajas y desventajas se puede interpretar de la siguiente manera:

Eliminación: Siendo el más eficaz, busca desaparecer de manera definitiva el riesgo, eliminando la fuente que lo genera.

- Ventaja: No hay posibilidad de que ocurra un accidente ya que el peligro no existe.
- Desventaja: Cuando el proceso depende directamente de un equipo, no se posible su eliminación.

Sustitución: En caso que no se pueda eliminar el riesgo, se busca sustituirlo buscando la forma de hacerlo más seguro.

- Ventaja: Puede reducir significativamente el riesgo.

- Desventaja: Aunque es menor el riesgo, este aún sigue estando presente.

Controles técnicos o de ingeniería: Si el método anterior tampoco es posible para su aplicación se busca la forma de modificar el sitio de trabajo aislando el peligro.

- Ventajas: Actúa directamente el peligro.
- Desventaja: Su implementación y mantenimiento requiere una mayor inversión económica.

Controles administrativos: Busca impactar a las personas buscando un cambio en la forma que laboran.

- Ventajas: Mayor conciencia en los colaboradores.
- Desventaja: Depende que los mismos colaboradores sigan estas normas.

Uso del Equipo de Protección Personal (EPP): Si finalmente ninguno de los niveles anteriores se puede implementar, como última línea de defensa se recurre al uso de los EPP como guantes, gafas, tapabocas entre otros.

- Ventaja: Protegen directamente a los colaboradores.
- Desventaja: No elimina el peligro y su uso inadecuado puede generar un accidente.

Es importante tener claros estos niveles, para así, definir cual se puede aplicar en cada uno de los riesgos críticos que se identificaron con anterioridad.

8.1 Propuesta Técnica intervención riesgo químico

Es importante tener claro las áreas en las que el riesgo químico es más latente, basándose en el capítulo 7 mediante el cual se valoró el riesgo químico, así como las áreas que requieren una mayor atención, se puede determinar que la empresa cumple con la mayoría de requerimientos establecidos, sin embargo, es importante realizar una intervención que permita la mitigación de este riesgo.

8.1.1 Mediciones de sustancias químicas

Un problema crítico identificado en la planta, específicamente en la zona de cromado o galvanizado, es que al haber pasado de la zona de cromado manual a la planta automática, se eliminó el uso de elementos de protección personal como tapabocas o caretas, los cuales sirven como barreras para evitar la inhalación de gases, vapores o sustancias químicas que estén presentes en el ambiente, la eliminación del uso de estos EPP se debe principalmente a que el contacto de los colaboradores con las sustancias químicas usadas en el proceso es mínimo y los sistemas de extracción de la nueva planta automática son mucho más modernos permitiendo un mejor control de este riesgo, sin embargo es importante tener en cuenta que durante el proceso de cromado se hace uso de metales pesados como el cromo, metal la cual su inhalación es asociada fuertemente con el cáncer de pulmón en trabajadores que realizan procesos industriales como la galvanoplastia (cromado) y sustancias químicas como ácido bromhídrico, ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico, ácido nítrico y ácido sulfhídrico las cuales

su contacto o inhalación pueden provocar irritación de las vías respiratorias, dificultad para respirar, edema pulmonar, o incluso puede resultar mortal.

A raíz de esto, se propone la realización de una primera medición de cromo en la planta automática, esto con el fin de conocer su concentración en el área y con el resultado de esta primera medición determinar el periodo de tiempo mediante el cual se deben realizar las siguientes mediciones y aplicar las medidas de control correspondientes. De la misma manera la toma de muestras y análisis de las sustancias químicas utilizadas en el proceso, cuyos resultados permitan identificar si se puede continuar con el proceso sin necesidad del uso de EPP o si por el contrario es necesaria su implementación, mediante el resultado de estas mediciones determinar cuáles de estos son los más convenientes para el proceso.

8.1.2 Sistema de extracción para material particulado

Debido a la gran cantidad de partículas finas que se generan durante el proceso, especialmente durante el procedimiento de lijado y pulido de las piezas metálicas que provienen del proceso de conformado en el horno, aunque los colaboradores usan elementos de protección como los filtros 2091 P100 el cual se complementa con los cartuchos 6006 de la marca 3M, los cuales sirven como barreras para material particulado y gases y vapores, es importante la intervención y actualización del sistema de los sistemas de extracción con los que ya se cuenta y se pueden apreciar en la figura 32, esto considerando que algunos de los equipos con los que se trabajan ya han rebasado el tiempo de vida útil, la cual es de 10 años y además mediante la implementación de estos nuevos extractores se busca una mejora en la

tecnología de filtrado y ventilación eficiente para minimizar el impacto ambiental y el consumo energético.

Figura 79

Extractor de material particulado propuesto



Nota. Autor del proyecto

El extractor propuesto , como se observa en la figura 79 , tiene la función de captar el aire proveniente del proceso a partir de una doble entrada, que permite una mayor captación de aire contaminado, seguidamente realizan una primera filtración para las partículas más grandes , consecuentemente el aire llega a un nuevo filtro el cual retiene las partículas más pequeñas y quizás las más peligrosas para los trabajadores, una vez es pasado por estos dos filtros, una maya actúa como la barrera final para retener impurezas que hayan quedado y expulsar el aire limpio al ambiente de una formas más uniforme. La planta cuenta con un

único extractor de este tipo, lo que se propone es la implementación de al menos 2 extractores más que permitan reemplazar los antiguos mediante una tecnología más novedosa.

Adicionalmente a la implementación de estos extractores, como complemento se sugiere realizar mediciones de material particulado durante periodos semestrales aplicando el método NIOSH 600 por lo menos en tres puntos del área de lijado y pulido, teniendo en cuenta que es una de las zonas que más criticidad representa ante este riesgo, mediante el uso de este método se podrá evaluar con certeza la exposición de los trabajadores a las partículas respirables en el espacio donde laboran y de esta manera definir los puntos que requieren una mayor solución o pronta intervención.

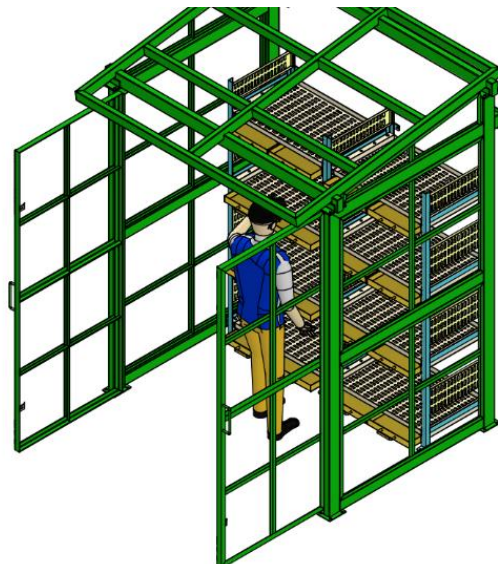
8.1.3 Almacenamiento de sustancias químicas

Aunque hay áreas que tienen establecidas zonas para el almacenamiento productos químicos, principalmente las que más uso hacen de estos, es importante centrar la atención en las a pesar de que son poca sustancias químicas las que manejan, no tiene áreas dispuestas para su almacenamiento, áreas como Fabher, pulido e inyección si requieren el uso de estas sustancias usadas principalmente para la limpieza y descontaminación de las máquinas, estos productos en algunos casos no son almacenados de manera correcta por lo una ubicación incorrecta puede generar derrames, fugas, vapores e incluso algunas de estas sustancias son inflamables lo que puede conducir a una emergencia mucho mayor.

Para esto, y en colaboración con el área de Fabher (Fabricación de Herramientas) se elabora un diseño de una estantería que permita un correcto almacenamiento y diferenciación de estas sustancias.

Figura 80

Almacenamiento de sustancias químicas propuesto



Nota. Autor del proyecto y Fabricación de herramientas (Grival)

Este diseño logra un almacenamiento más funcional para ordenar y clasificar los productos químicos que son utilizados en las distintas, además se cuenta con la ventaja de poder diseñar y fabricar estas estanterías dentro de la misma planta, ya que el área de FABHER puede realizar esta tarea, disminuyendo así costos que se pueden generar al realizarlos con un externo.

Además de un lugar seguro para el almacenamiento de las sustancias químicas, es importante que estas sean almacenadas dependiendo el tipo de riesgo que genere cada una de estas, ya sean corrosivas, inflamables, reactivas entre otras. Para esto se plantea el uso de una matriz de compatibilidad , como se observa en la figura 81.

8.2.1 Implementación de atornilladores

El área de ensamble, la cual es una de las más grandes y que más colaboradores tiene, utiliza en su gran mayoría atornilladores neumáticos, los cuales se mueven con el uso de aire comprimido, con el fin de armar y completar el producto final con todas las partes que allí llegan, sin embargo a pesar de que algunos puestos utilizan algunos atornilladores compactos, en muchos puestos de trabajo se siguen utilizando atornilladores como el de la figura 82, el cual al ser una herramienta más grande y pesada produce que el colaborador haga movimientos que este por fuera de su ángulo de confort, además de tener una postura prolongada durante la jornada de uso de esta herramienta, generando esfuerzos físicos innecesarios y posibles fatigas en los colaboradores que la usan.

Figura 82

Atornillador usado actualmente



Nota. Autor del proyecto

Es por esto que se propone la utilización del atornillador neumático SUMAKE referencia FP075, el cual es ideal para esta clase de trabajo principalmente por su diseño ergonómico y compacto, lo que permite un uso mucho más flexible, además que cumple con la tarea específica que viene desarrollando el atornillador usado actualmente, ya que por estudios previos realizados por la empresa, para esa misma actividad realizada se requiere un atornillador que tenga un torque de 7 Newton/metro, especificación con la cual cumple el atornillador SUMAKE FP075 con un torque máximo de 7,5 Newton/metro, logrando así ser una buena variante de reemplazo para el atornillador usado actualmente. Después de realizar una inspección por los puestos de trabajo en los que se utilizan los atornilladores, se determina que la necesidad de adquirir por lo menos 11 de estos atornilladores.

Figura 83

Atornillador propuesto



Nota. Tomado de <https://es.sumake.com/c-108.htm>

8.2.2 Acondicionamiento de puestos de trabajo

Esta propuesta está dirigida principalmente a las áreas donde se cuenta con inyectoras, la idea general es la realización de un sondeo y verificación de la altura a la que se encuentran los toboganes por donde salen las piezas provenientes de la inyectora.

Esto principalmente porque en algunos casos estos toboganes se encuentran en una posición muy baja, lo que implica que el operario de la inyectora tenga que realizar una inclinación de su tranco cada vez que retira las piezas que salen de inyectora, generando un movimiento repetitivo, para esto es importante inspeccionar la altura en la que se encuentra cada uno de estos toboganes y validar con la altura del colaborador que opera la máquina, y en caso de ser necesario graduar la altura de dichos toboganes de tal manera que le permitan al trabajador realizar su trabajo evitando este movimiento repetitivo al cual se puede ver expuesto, esta tarea la puede realizar el mismo personal de mantenimiento de la planta, en compañía de la ergónoma si se requiere necesario.

8.2.3 Sillas planta automática de cromado

Como ya se ha mencionado con anterioridad, a inicios del presente año se puso en funcionamiento una nueva planta automática de cromado, la cual eliminó en su mayoría el trabajo manual que tenían que realizar los operarios anteriormente, sin embargo de este proceso anterior aún queda una tarea manual que se debe realizar, la cual es el colocar las piezas que serán cromadas en las gancheras, así como también una vez realizado este proceso de cromado dichas piezas son desenganchadas y colocadas en canastillas, donde posteriormente pasaran al área de ensamble. Esta actividad de enganchar y desenganchar piezas actualmente la realizan 6 colaboradores en cada uno de los tres turnos y se realiza de

pie, lo que puede generar que los colaboradores tiendan a sufrir fatigas musculares y posturas prolongadas innecesarias.

Figura 84

Sillas propuestas área de cromado



Nota. Tomado de <https://gerenciaedhra.wixsite.com/edhra>

Para intervenir este riesgo se propone el uso de sillas industriales skyros ABD, fabricada por la empresa EDHRA, este tipo de sillas permiten a los colaboradores tener una postura adecuada para la tarea que realizan con las gancheras, facilitando la labor, estas sillas en particular ofrecen un apoyo torácico graduable según la altura del operario, la silla también es graduable en altura lo que permite al trabajador cubrir toda el área de la ganchera sin cambiar de posición.

8.2.4 Elementos ergonomicos administrativos

Se pudo evidenciar que en los puestos administrativos, en su mayoría solamente los puestos de alta gerencia cuentan con posa pies o sillas ajustables, la gran parte restante del area administrativa no cuenta con esta clase de elementos, agravando mas si se tiene en cuenta que en algunos casos ni siquiera se cuenta con bases para computador, siendo algo necesario para realizar las labores diarias.

Por la tanto es importante que los puestos que no cuenten con estos elementos que les proporcionen a los trabajadores una mejor postura y mayor comodidad durante su jornada laboral sean tenidos en cuenta para la implementacion de las bases para computadores, sillas ajustables (oficinas que no las tengan) y descansa pies.

Figura 85

Elementos propuestos área administrativa



Nota. Tomado de <https://gerenciaedhra.wixsite.com/edhra>

Se propone al menos la implementación de 15 sillas con mecanismos que permitan el ajuste de espaldar en altura y profundidad, regulación de la altura de la silla y descansa brazos, 12 bases para computadores portátiles y 13 bases para pies, la implementación de estos elementos en todos los puestos de oficina es importante, ya que en su mayoría laboran un

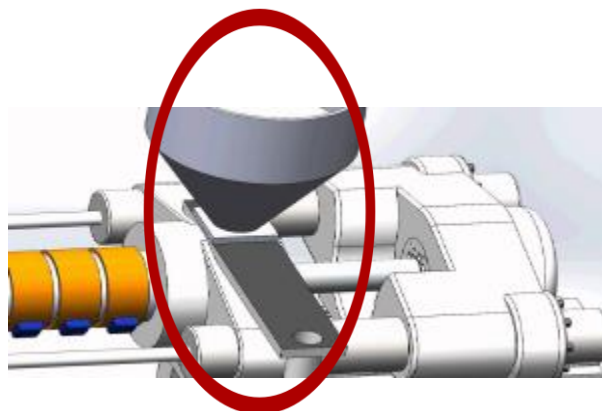
turno de 9 horas de lunes a viernes, por lo que trabajar con minimas condiciones ergonomicas pueden causar alteraciones en la salud de los trabajadores, la incorporación de las medidas propuestas son necesarias para brindar a los operarios de estas areas una postura ergonomica adecuada, evitando asi molestias como fatiga visula o dolores musculares, tambien mejorando la comodidad de todos los que laboran en estas areas de trabajo.

8.3 Propuesta técnica riesgos mecánicos

8.3.1 Intervención de tolvas de las maquinas inyectoras

Figura 86

Mejoras propuestas para maquinas inyectoras



Nota. Tomado de <https://termoinyecsol.com/>

Un riesgo potencial identificado en la zona de inyección es el sistema de tolvas en las inyectoras, esto debido a que en algunos casos hay que vaciar la tolva o el material que ingresa en esta puede quedar atascado, situación que obliga al operario de la inyectora a retirar la tolva para poder sacar el material atascado para que la maquina funciones correctamente, en caso de las inyectoras más antiguas el retiro de la tolva se hace tal forma

que esta se tiene que girar, como se aprecia en la figura 31, este movimiento puede generar machucones o atrapamientos en los operarios: en el transcurso de este año se presentó un accidente con un operario, que al momento de girar la tolva tuvo un atrapamiento, provocándole una fractura en su dedo.

La propuesta se basa en la actualización de las tolvas, implementando un sistema de rieles o trineos que le permitan a esta deslizarse evitando así el movimiento de girarla, mediante este sistema el operario solo tendrá que, de desplazar la tolva, este sistema debe implementarse por lo menos en 10 inyectoras que cuentas con las tolvas antiguas, dicha implementación puede ser realizada por el mismo personal de la planta de áreas de mantenimiento y fabricación de herramientas.

8.3.2 Programa seguro de izaje de cargas

El izaje de cargas es una operación que se lleva muy seguido en la planta de Grival, esto a raíz de la gran cantidad de inyectoras plásticas que se manejan, para lo cual, se debe hacer el levantamiento de moldes que pueden pesar desde los 500 hasta los 2500 Kg, tarea para la cual se cuenta con maquinaria y herramienta necesaria para la realización de estos montajes, por medio de una inspección en planta se determinó que se cuenta con el siguiente inventario de herramientas para el izaje de cargas:

Tabla 9

Accesorios identificados para izajes de cargas

Accesorio	Cantidad
Eslinga	15
Cáncamos	73
Grilletes	10
Puente grúa	2
Polipasto eléctrico	7
Grúa pórtico móvil	6

Nota. Autor del proyecto

Al contar con gran cantidad de herramientas para llevar a cabo izaje de cargas, es fundamental realizar acciones que permitan conocer el estado y funcionalidad de cada uno de estos elementos, vitales para la operación de la planta, se propone la realización de las siguientes actividades para la administración y control de los equipos utilizados en el izaje de cargas en la planta Grival:

- Levantamiento y actualización del inventario de todos los equipos y accesorios de izaje presentes en la planta.
- Elaboración y actualización de las hojas de vida de cada equipo, conforme a la normativa nacional e internacional aplicable.
- Inspección física y funcional de todos los equipos y accesorios de izaje, incluyendo examen visual, pruebas funcionales y verificación documental.
- Emisión de certificados de inspección para cada equipo, indicando su estado.

Mediante estas actividades, realizadas por personal certificado, se podrá conocer el estado real de los equipos y herramientas usadas, información clave para tomar decisiones respecto al uso o retiro de la operación de los mismo, así como la actualización de estos.

8.3.3 Implementación de nuevos cuchillos

En el proceso de inyección, en el cual laboran más de 130 personas, se podría decir que aproximadamente entre el 50% de estos colaboradores utilizan cuchillos convencionales sin ningún tipo de seguridad como se observa en la figura 31, a raíz de esto ya se han visto incidentes como punzones en los trabajadores, que, a pesar de utilizar todos sus elementos de protección personal, se pueden involucrar en este tipo de incidentes.

Estos cuchillos son utilizados principalmente para el rebordeo de las piezas que salen de la inyectora, es decir para quitar los trozos de plástico sobrantes durante el proceso, el uso de estos cuchillos, a pesar de que los colaboradores usen sus elementos de protección personal para la labor, pueden generar incidentes o accidentes, debido a su forma provisional.

Figura 87

Cuchillos propuestos



Nota. Tomado de <https://arteacr.com/producto/cuchillo-de-seguridad-sk-10-olfa/>

Mediante la implementación de unos nuevos cuchillos como los observados en la figura 83, se ofrece un manejo más práctico así como la seguridad de los colaboradores. Se propone la adquisición de por lo menos 30 cuchillos ya que la gran mayoría de los colaboradores del área trabajan con cuchillos como el que se ve en la figura 31.

9. Propuesta economica

Para determinar los costos de la propuesta tecnica, se realizan estas cotizaciones con empresas las cuales figuran como proveedores de Corona, ya que facilitara la implementación en caso que la empresa opte por ejecutar la propuesta debido a que ya han superado todo el proceso de selección y cumplen con las normas, requisitos y condiciones que la empresa exige, de igual forma el costo de las propuestas que pueden ser realizadas por el mismo personal de la planta se calcularan de acuerdo al salario promedio que reciben los trabajadores del area y los materiales que se requieren para estas propuestas. Estos

9.1 Costo implementación propuesta técnica de riesgos químicos

9.1.1 Propuesta económica medición de sustancias químicas

Para la realización de esta propuesta se recurre a la empresa Conhintec S.A.S la cual ha realizado mediciones en diferentes plantas de Corona. En este caso el proveedor recomienda realizarlo mediante bombas de succión ubicando el equipo de medida en áreas específicas o trabajadores por tiempo representativo de la jornada laboral. Se sugiere un total de 18 muestras.

Tabla 10

Costo medición de sustancias químicas

<i>Programa</i>	<i>Actividades</i>	<i>Proveedor</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo total</i>
<i>Medición de sustancias químicas</i>	Toma de muestras químicos	Conhintec	\$ 220.000,00	18	\$ 3.960.000,00
	Análisis acido bromhídrico		\$ 420.000,00	18	\$ 7.560.000,00
	Análisis ácido nítrico		\$ 420.000,00	18	\$ 7.560.000,00
	Análisis acido fluorhídrico		\$ 420.000,00	18	\$ 7.560.000,00
	Análisis ácido sulfhídrico		\$ 420.000,00	18	\$ 7.560.000,00

Análisis metales pesados (cromo)	\$ 510.000,00	18	\$ 9.180.000,00
COSTO TOTAL			\$ 43.380.000,00

Nota. Autor del proyecto

9.1.2 Propuesta económica sistema de extracción para material particulado

La empresa Teningenieria, experta en diseño y fabricación de elementos para ventilación y control ambiental y fabricante del único extractor existente en la planta y del cual se propone la adquisición de dos más, de igual forma se considera la empresa relacionada para la medición de sustancias químicas Conhintec S.A.S, para la medición a la exposición de material particulado.

Tabla 11

Costo sistema de extracción para material particulado

Producto	Proveedor	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Sistema de extracción para material particulado	Tecningenieria	\$ 25.450.000,00	2	\$ 50.900.000,00
Programa	Proveedor	Costo unitario	Cantidad(número de puntos)	Costo total
Medición de material particulado NIOSH 600	Conhintec	\$ 420.000,00	3	\$ 1.260.000,00

Nota. Autor del proyecto

9.1.3 Propuesta económica almacenamiento de sustancias químicas

Esta propuesta puede ser desarrollada por la planta, en el costo de materiales se refleja un promedio del valor de acero inoxidable, soldadura, pintura y demás elementos necesarios para la fabricación de esta, el valor de la hora es el salario de los colaboradores del área (Faber), aproximadamente \$2'800.000 dividido en un promedio 190,5 horas trabajadas al mes.

Tabla 12

Costo implementación de estantería para sustancias químicas

PRODUCTO	RESPONSABLE	CANTIDAD	HORAS (TOTALES)	MATERIALES (TOTALES)	COSTO POR HORA	COSTO TOTAL
ESTANTERIA PARA ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUIMICAS	Grival (Fabher)	2	40	\$ 4.500.000,00	\$ 14.698,16	\$ 5.087.926,51

Nota. Autor del proyecto

Finalmente teniendo el costo de cada propuesta técnica realizada, el costo total de todas es de \$ 100.627.926,51

9.2 Costo implementación propuesta técnica de riesgos ergonómicos

9.2.1 Propuesta económica implementación de atornilladores

Se propones por lo menos la compra de 11 de estos atornilladores, suministrados por la empresa CIE de Colombia S.A.S.

Tabla 13

Costo de implementación de atornilladores

Producto	Proveedor	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Atornillador neumático SUMAKE FP075	CIE de Colombia S.A.S	\$ 3.451.000	11	\$ 37.961.000

Nota. Autor del proyecto

9.2.2 Propuesta económica acondicionamiento de puestos de trabajo

Para determinar el costo de esta propuesta se determina con el salario promedio de los operarios de mantenimiento \$3'100.000 dividido en 190,5 horas que laboran al mes, determinando un promedio de 3 horas por cada puesto de trabajo.

Tabla 14

Costo acondicionamiento de puestos de trabajo

Programa	Responsable	Cantidad	Horas (totales)	Costo por hora	Costo total
Acondicionamientos puestos de trabajo	Grival (mantenimiento)		39	\$ 16.272,97	\$ 634.645,67

Nota. Autor del proyecto

9.2.3 Propuesta económica sillas planta automática de cromado

La empresa EDHRA S.A.S especialistas en productos ergonómicos y proveedora de Corona, proporciona esta clase de sillas requeridas.

Tabla 15

Costo de implementación de sillas para la línea de cromado

Producto	Proveedor	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Sillas industriales skyros ABD	EDHRA S.A.S	\$ 620.000,00	6	\$ 3.720.000,00

Nota. Autor del proyecto

9.2.4 Propuesta económica elementos ergonómicos administrativos

Se cuenta con dos proveedores para estos elementos ergonómicos, EDHRA S.A.S y Ergo y Health.

Tabla 16

Costo implementación elementos en área de administrativos

Producto	Proveedor	Costo unitario	Cantidad	Costo total
Sillas IKARIA PL con brazos graduables	EDHRA S.A.S	\$ 597.380,00	15	\$ 8.960.700,00
Soporte para portátiles	Ergo y Health	\$ 148.750,00	12	\$ 1.785.000,00
Descansa pies estándar	Ergo y Health	\$ 65.450,00	13	\$ 850.850,00
			COSTO TOTAL	\$ 11.596.550,00

Nota. Autor del proyecto

Se obtiene que el costo total para la implementación de las propuestas técnicas de intervención de riesgo ergonómico es de \$ 53.912.195,67.

9.3 Costo implementación propuesta técnica de riesgos mecánicos

9.3.1 Propuesta económica intervención de tolvas de las maquinas inyectoras

Para esta propuesta se toma un promedio de 4 horas por tolva, materiales usados para la elaboración de los rieles y el salario promedio de los colaboradores de Fabher y mantenimiento \$3'000.000.

Tabla 17*Costo intervención maquinas inyectoras*

Programa	Responsable	Cantidad	Horas (totales)	Materiales (totales)	Costo por hora	Costo total
intervención de tolvas de las maquinas inyectoras	Grival (Fabher y mantenimiento)	10	40	\$ 6.000.000,00	\$ 15.748,03	\$ 6.629.921,26

*Nota. Autor del proyecto***9.3.2 Propuesta económica programa seguro de izaje de cargas**

La empresa Acertar S.A.S ofrece la serie de actividades para la evaluación y determinación de estado de los accesorios usados para el izaje de cargas.

Tabla 18*Costo programa seguro de izaje de cargas*

Programa	Actividades	Proveedor	Horas	Costo/hora	Costo total
Administración y control de los equipos utilizados en el izaje de cargas	Levantamiento y actualización del inventario de todos los equipos y accesorios de izaje presentes en la planta.	Acertar S.A.S	10	\$ 140.000,00	\$ 1.400.000,00
	Elaboración y actualización de las hojas de vida de cada equipo, conforme a la normativa nacional e internacional aplicable		25	\$ 140.000,00	\$ 3.500.000,00
	Inspección física y funcional de todos los equipos y accesorios de izaje, incluyendo examen visual, pruebas funcionales y verificación documental		12	\$ 140.000,00	\$ 1.680.000,00
	Emisión de certificados de inspección para cada equipo, indicando su estado.		N/A	N/A	\$ 500.000,00
				Costo total	\$ 7.080.000,00

*Nota. Autor del proyecto***9.3.3 Propuesta económica implementación de nuevos cuchillos**

Central de suministros proporciona cuchillos requeridos especialmente para la tarea realizada.

Tabla 19*Costo implementación nuevos cuchillos área de inyección*

<i>Producto</i>	<i>Proveedor</i>	<i>Costo unitario</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Costo total</i>
Cuchillo de seguridad de hoja oculta SK-10.	Central de suministros	\$ 52.000,00	30	\$ 1.560.000,00

Nota. Autor del proyecto

El costo total para la implementación de las propuestas técnicas para la intervención del riesgo mecánico asciende a \$ 15.269.921,26.

Teniendo en cuenta lo anterior, el costo de la implementación de las propuestas técnicas para la intervención de los tres riesgos identificados es el siguiente:

Tabla 20*Costo total de la implementación de la propuesta técnica*

PROGRAMA	COSTO
INTERVENCIÓN DEL RIESGO QUIMICO	\$ 90.187.926,51
INTERVENCIÓN DEL RIESGO ERGONOMICO	\$ 53.912.195,67
INTERVENCIÓN DEL RIESGO MECANICO	\$ 15.269.921,26
TOTAL	\$ 159.370.043,44

*Nota. Autor del proyecto***9.4 Análisis costo beneficio**

Para el análisis costo-beneficio se tendrán en cuenta 3 escenarios, tomando en cuenta los 3 riesgos que se están interviniendo.

Debido a la cantidad de personas que laboran la planta, los escenarios no se calculan solo para un trabajador, se tienen en cuenta antecedentes presentados por enfermedades

laborales, por lo que para el escenario 1, escenario 2 y escenario 3, se calcularán con 4, 5 y 5 personas respectivamente.

Para esta simulación se considera el promedio de salario base que percibe el colaborador dependiendo el área en la que se realiza la simulación. En caso del valor del reemplazo se usará 1 SMMLV ya que este es el valor que recibe el personal temporal de la empresa y teniendo en cuenta que el auxilio de transporte no se utiliza para calcular el pago de seguridad social.

También es importante tener presente que Corona cumple con todos los requerimientos establecidos por el decreto 1072 de 2015 para el SG-SST por lo que no se tendrán en cuenta multas y sanciones por este aspecto.

Escenario 1: Incapacidad por 180 días por enfermedad laboral consecuencia de afectación osteomuscular.

Figura 88

Escenario afectación por riesgo ergonómico

Escenario en el que 4 controladores de ensamble sufren una afectación osteomuscular y presenta incapacidad de 180 días debido a posturas inadecuadas durante un tiempo prolongado	
Salario	\$ 2.170.000,00
Carga prestacional de la empresa/mes	\$ 473.711,00
Prima (8,33%)	\$ 180.761,00
Cesantias (8,33%)	\$ 180.761,00
Interes sobre cesantias (1%)	\$ 21.700,00
Vacaciones (4,17%)	\$ 90.489,00
Aportes a seguridad social por la empresa	\$ 444.850,00
Salud	\$ 184.450,00
Pension	\$ 260.400,00
Tiempo del gestor SST y invertido por la enfermedad laboral presentada. Salario(4'200.000)	\$ 980.000,00
Costo del reemplazo/mes	\$ 12.510.391,88
Salario	\$ 1.623.500,00
Inducción y entrenamiento	\$ 400.000,00
Prestaciones sociales	\$ 354.410,05
Seguridad social	\$ 326.493,96
Salud	\$ 120.997,50
Pension	\$ 170.820,00
Arl	\$ 34.676,46
Dotacion y EPPs/mes	\$ 96.700,00
Personas que realizan el reemplazo	4
Costo total ausentismo por incapacidad / mes	\$ 14.408.952,88
Duración incapacidad (meses)	6
Cantidad de trabajadores	4
Costo total	\$ 345.814.869,12

Nota. Autor del proyecto

Escenario 2: Incapacidad por 30 días derivada de un accidente de trabajo con una máquina del proceso.

Figura 89*Escenario afectación por riesgo mecánico*

Escenario en el que 5 operarios del area de inyección se incapacitan por 30 dias al sufrir atrapamineto o quemaduras con inyectoras	
Salario	\$ 2.450.000,00
Carga prestacional de la empresa/mes	\$ 534.835,00
Prima (8,33%)	\$ 204.085,00
Cesantias (8,33%)	\$ 204.085,00
Interes sobre cesantias (1%)	\$ 24.500,00
Vacaciones (4,17%)	\$ 102.165,00
Aportes a seguridad social por la empresa	\$ 502.250,00
Salud	\$ 208.250,00
Pension	\$ 294.000,00
Tiempo del gestor SST y invertido por la enfermedad laboral presentada. Salario(4'200.000)	\$ 980.000,00
Costo del reemplazo/mes	\$ 15.637.989,85
Salario	\$ 1.623.500,00
Inducción y entrenamiento	\$ 400.000,00
Prestaciones sociales	\$ 354.410,05
Seguridad social	\$ 326.493,96
Salud	\$ 120.997,50
Pension	\$ 170.820,00
Arl	\$ 34.676,46
Dotacion y EPPs/mes	\$ 96.700,00
Personas que realizan el reemplazo	5
Costo total ausentismo por incapacidad / mes	\$ 17.655.074,85
Duración incapacidad (meses)	1
Cantidad de trabajadores	5
Costo total	\$ 88.275.374,25

Nota. Autor del proyecto

Escenario 3: Incapacidad por 60 días por exposición a sustancias químicas o material particulado.

Figura 90*Escenario afectación por riesgo químico*

Escenario en el que 5 colaboradores de lijado se incapacitan 60 días por una enfermedad respiratoria debido a la exposición a material particulado	
Salario	\$ 2.650.000,00
Carga prestacional de la empresa/mes	\$ 578.495,00
Prima (8,33%)	\$ 220.745,00
Cesantías (8,33%)	\$ 220.745,00
Interés sobre cesantías (1%)	\$ 26.500,00
Vacaciones (4,17%)	\$ 110.505,00
Aportes a seguridad social por la empresa	\$ 543.250,00
Salud	\$ 225.250,00
Pensión	\$ 318.000,00
Tiempo del gestor SST y invertido por la enfermedad laboral presentada. Salario(4'200.000)	\$ 980.000,00
Costo del reemplazo/mes	\$ 15.637.989,85
Salario	\$ 1.623.500,00
Inducción y entrenamiento	\$ 400.000,00
Prestaciones sociales	\$ 354.410,05
Seguridad social	\$ 326.493,96
Salud	\$ 120.997,50
Pensión	\$ 170.820,00
Arl	\$ 34.676,46
Dotación y EPPs/mes	\$ 96.700,00
Personas que realizan el reemplazo	5
Costo total ausentismo por incapacidad / mes	\$ 17.739.734,85
Duración incapacidad (meses)	2
Cantidad de trabajadores	5
Costo total	\$ 177.397.348,50

Nota. Autor del proyecto

Una vez obtenidos los costos de la implementación de la propuesta técnica, y la simulación de los posibles escenarios en cara a las afectaciones que pueden sufrir los operarios al verse expuestos a los riesgos identificados, se elabora el análisis beneficio/costo (B/C) para cada uno de los escenarios planteados y de forma general.

Mediante esta se logra comparar de forma directa los beneficios y costos, obteniendo alguno de los siguientes resultados:

- $B/C > 1$, indica que los beneficios son mayores a los costos, por lo cual la decisión es viable.
- $B/C=1$, esto indica que los beneficios y los costos son iguales.
- $B/C < 1$, en este caso los costos son mayores a los beneficios, por lo que no es factible considerarlo.

Escenario 1: Enfermedad laboral consecuencia de afectación osteomuscular.

En este caso el beneficio (B) obtenido es \$ 345.814.869,12 el cual se ve representado en los costos que estaría evitando pagar Corona por cuenta de esta enfermedad.

El costo es de \$ 53.912.195,67 el cual obedece a la inversión que realiza Corona en la implementación de la propuesta técnica para mitigar el riesgo ergonómico.

$$\frac{B}{C} = \frac{\$ 345.814.869,12}{\$ 53.912.195,67} = 6,41$$

Escenario 2: Accidente de trabajo con una máquina del proceso.

Para este escenario, el beneficio (B) es \$ 88.275.374,25 costo que la empresa estaría evitando pagar a causa de un accidente laboral a causa del riesgo mecánico.

El costo (C) de la implementación de la propuesta para la mitigación de esta clase de riesgo es de \$ 15.269.921,26

$$\frac{B}{C} = \frac{\$ 88.275.374,25}{\$ 15.269.921,26} = 5,78$$

Escenario 3: Exposición a sustancias químicas o material particulado.

En el caso del riesgo químico, el beneficio obtenido es \$177.397.348,50 al evitar una respiratoria o de esa misma clase.

El costo (C) es \$ 100.627.926,51 deriva de la implementación de la propuesta técnica para la intervención del riesgo químicos.

$$\frac{B}{C} = \frac{\$ 177.397.348,505}{\$ 100.627.926,51} = 1,76$$

Propuesta general: Para determinar la relación beneficio/costo de la propuesta general, se considera como beneficio (B), la suma del valor total de los 3 escenarios planteados en caso de accidentes o enfermedades \$ 611.487.591,87 y el costo (C) el valor de la implementación de las propuestas técnicas para los tres riesgos identificados \$ 169.810.043,44.

$$\frac{B}{C} = \frac{\$ 611.487.591,87}{\$ 169.810.043,44} = 3,6$$

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis beneficio/costo, el resultado es $B/C > 1$ lo cual indica que los beneficios son mayores a los costos, por lo tanto, la implementación de todas las propuestas es viables para la empresa.

10. Socialización con directivos de Grival

La socialización de la propuesta se llevó a cabo el día 1 de julio de 2025 en el salón de destrezas de la planta Grival, en dicha presentación participaron el tutor, jefe de planta y algunos jefes de distintas áreas de la planta quienes se mostraron muy interesados en el proyecto, tanto el diagnostico presentado, como en las propuestas realizadas tanto técnicas, como económicas; manifestaron realizar un estudio para la implementación de dichas propuestas esperando asignación de recursos por parte de Corona que permitan su ejecución. En general la propuesta fue bien recibida con alta probabilidad de ser implementada.

Figura 91

Socialización de resultados con Grival 1



Nota. Autor del proyecto

Figura 92

Socialización de resultados con Grival 2



Nota. Autor del proyecto

Figura 93

Socialización de resultados con Grival 3



Nota. Autor del proyecto

11. Conclusiones

En la planta Grival los principales peligros detectados fueron el ergonómico, químico y mecánico, destacándose principalmente actividades que provocan movimientos repetitivos, posturas prolongadas, atrapamiento, laceraciones, y exposición sustancias químicas y material particulado, situaciones en las que se basaron la propuesta técnica y económica plasmada en este documento, con el propósito de su mitigación.

Se llevo a cabo la valoración de cada uno de los tres riesgos identificados, con instrumentos de evaluación cualitativa pertinentes para cada riesgo, obteniendo un resultado catalogado como riesgo ALTO para el peligro ergonómico, en caso del peligro mecánico esté se ve representado como un factor crítico aproximadamente en un 60% de las áreas por lo que es catalogado como un riesgo ALTO para el peligro químico el porcentaje de cumplimiento obtenido para el control de efectos por la exposición a sustancias químicas fue del 60,53%, indicando un riesgo MODERADO o MEDIO.

Se proponen medidas técnicas, como la implementación de equipos, elementos mobiliarios y acondicionamiento de los puestos de trabajo en el caso del peligro ergonómico, mediciones químicas, sistemas de extracción y mejora en el almacenamiento para el peligro químico; intervención de máquinas, programas de trabajo seguro y elementos más confiables para el peligro mecánico. Estas medidas técnicas están basadas principalmente en la mitigación y control para cada uno de los peligros identificados.

Se realiza la propuesta económica para cada una de las propuestas técnicas, con el fin de conocer su costo y el impacto económico que genera la implementación de dichas propuestas en la empresa, se obtiene que el costo total para la adopción de estas medidas es de \$ 169.810.043,44.

Se plantean tres escenarios diferente de acuerdo a cada peligro intervenido en donde se simulan casos como afectaciones osteomusculares por posturas prolongadas, accidente por atrapamiento con una máquina de la empresa y enfermedad respiratoria debido a la exposición de sustancias químicas, dicho escenarios modelados con un costo para la empresa de \$ 345.814.869,12; \$ 88.275.374,25 y \$177.397.348,50 respectivamente. Posteriormente se lleva a cabo la relación beneficio costo (B/C) para cada uno de las situaciones planteadas, comparando el costo de la implementación de las medidas propuestas y el costo de cada uno de los posibles escenarios en caso de afectación a los trabajadores, el resultado fue 6.4, 5.78 y 1.97 para el escenario 1,2 y 3 respectivamente, lo que indica que es factible la implementación de las propuestas técnicas.

La propuesta es socializada con las directivas de la planta Grival. Con el propósito de que estos conozcan de primera mano el diagnóstico realizado y las medidas propuestas, el resultado es tomado de manera agradable y positiva, a la espera de ser evaluado y la asignación de recursos para su posterior ejecución.

12. Recomendaciones

Se recomienda de ser posible dar de baja maquinaria y equipos antiguos o en caso contrario la actualización de estos, así como herramientas inadecuadas usadas en las tareas ,ya que, a pesar de su funcionalidad operativa, estos no brindan la seguridad adecuada para garantizar a los colaboradores un espacio seguro de trabajo.

Es fundamental implementar un mecanismo de seguimiento de las condiciones ergonómicas de forma semestral en los puestos de trabajo, que permita la identificación de factores de riesgo como posturas forzadas, movimientos repetitivos, manipulación de cargas entre otros. En base a estos resultados se podrá realizar la implementación de medidas de mejora respecto a este riesgo.

Implementación del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) para la clasificación y etiquetado de productos químicos en todos los procesos en los que exista la manipulación de sustancias químicas; esto incluye la actualización de etiquetas de acuerdo con los pictogramas, advertencias y frases de peligro exigidas por el sistema. En cuanto a la medición de sustancias químicas presentes en el ambiente, es importante contemplar monitores ambientales y biológicos de forma periódica, registros históricos de exposición y evaluaciones clínicas específicas que permitan detectar alteraciones en la salud relacionadas con la exposición a sustancias como el cromo teniendo en cuenta su peligrosidad.

Se sugiere evaluación e implementación de las propuestas definidas en el presente documento, esto con el fin de dar pronta intervención a los riesgos detectados prontamente y generar un beneficio tanto para colaboradores como para la empresa.

Referencias Bibliográficas

ARL SURA (2015). Sistema de vigilancia para la prevención y control de efectos por exposición a riesgo químico

Benson, Twigg y Rosseto (2007). *Herramientas para la integración de la reducción del riesgo de desastres*

Díaz Ramírez (2021). *Propuesta técnica y económica para la intervención de los riesgos prioritarios en COLINTEG S.A.S.* Obtenido de <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/fa188aa8-8b2c-4145-8aaa-93e9ef5f0876/content>

Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Obtenido <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

GTC. (2012). Guía Técnica Colombiana. GTC 45.

Ley 1562, e. a. (11 de julio de 2012). Congreso de la República de Colombia. *Diario Oficial No. 48.488*.

Ministerio de Salud y Protección Social (2024). Factor de riesgo

Organización Corona (2017). Instructivo para diligenciar la matriz de diagnóstico de riesgo mecánico

Rios Riatiga (2020). *Propuesta técnico económica para la intervención de los riesgos dominantes en QUALITA IPS S.A.S. de Barrancabermeja.* Obtenido de <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/09f01443-c500-41de-a19f-a500497c0e69/content>

Vasco Plata (2025). *Propuesta técnico – económica para la intervención de los riesgos dominantes de la empresa Multisecol S.A.S.* Obtenido de <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/210f5a56-1567-432f-80b7-96f724d94150/content>