



UNIVERSIDAD  
SAN SEBASTIAN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MEJORA DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO Y FINAL DE LÍNEA  
PRODUCTIVA VIÑA REQUINGUA**

Tesis presentada ante la Universidad San Sebastián, como requisito para optar  
al Título de Ingeniero Industrial.

**Autores:**

Julio Eduardo Torres Maldonado  
Manuel Ignacio López Palamara

**Docente guía:**

Marcelo Videla Franco

Santiago de Chile, 30 de septiembre 2025.

## 1 RESUMEN

Este proyecto de título se enfoca en la mejora del proceso de almacenamiento y final de línea en Viña Requingua, específicamente en paletizado, enfardado y traslado a bodega. El diagnóstico identificó como principales limitaciones la intervención manual en el paletizado y el tránsito de grúas horquilla en zonas productivas, factores que generan capacidad ociosa, detenciones, riesgos de seguridad y mermas.

Se aplicaron herramientas como SIPOC, diagrama de Ishikawa, CTQ y matriz de criticidad, que permitieron priorizar problemas y establecer los indicadores más relevantes para productividad y seguridad. Los resultados mostraron que el tiempo de paletizado manual y la interacción entre grúas y operarios son los eventos de mayor criticidad.

La propuesta incorpora un robot paletizador, una enfardadora automática y cintas transportadoras, junto con un rediseño del layout para segregar flujos y reducir riesgos. La solución se complementa con indicadores (KPI), procedimientos operativos estandarizados (SOP) y un plan de seguimiento que asegure la sostenibilidad de las mejoras.

El análisis costo-beneficio evidencia que en el primer año los beneficios son moderados por el peso de la inversión inicial en equipos, obras civiles y capacitación. Sin embargo, al segundo año el retorno se consolida positivamente, con beneficios sostenibles por aumento de productividad, reducción de mermas y disminución de costos operativos. Se concluye que la automatización es una alternativa estratégica y viable para aprovechar la capacidad instalada, aumentar la competitividad y garantizar la continuidad de la planta en el mediano plazo.

## 2 ABSTRACT

This thesis project focuses on improving the storage and bottling end-of-line process at Viña Requingua, specifically in palletizing, wrapping, and warehouse transfer. The diagnostic identified manual palletizing and forklift traffic as the main limitations, generating idle capacity, stoppages, safety risks, and product losses.

Tools such as SIPOC, Ishikawa diagram, CTQ, and a criticality matrix were applied to prioritize problems and define the most relevant indicators for productivity and safety. Results showed that manual palletizing time and forklift-operator interaction were the most critical events.

The proposal includes a palletizing robot, an automatic stretch wrapper, and conveyor belts, along with a redesigned layout to segregate flows and reduce risks. The solution is supported by Key Performance Indicators (KPIs), Standard Operating Procedures (SOPs), and a monitoring plan to ensure sustainability of improvements.

The cost-benefit analysis shows that in the first year benefits are moderate due to the initial investment in equipment, civil works, and training. By the second year, however, the return consolidates positively, with sustainable gains from increased productivity, reduced losses, and lower operating costs. It is concluded that end-of-line automation is a strategic and feasible alternative to fully utilize installed capacity, increase competitiveness, and ensure the plant's continuity in the medium term.

## INDICE

1	Resumen .....	I
2	Abstract .....	II
3	Agradecimientos.....	IX
1	Capítulo 1: Introducción .....	1
2	Capítulo 2: Antecedentes del proyecto.....	3
2.1	Justificación de la problemática o proyecto .....	3
2.2	Objetivo general .....	13
2.3	Objetivos específicos.....	13
2.4	Alcances y Limitaciones .....	14
2.4.1	Alcances Proyecto.....	14
2.4.2	Delimitaciones del Proyecto .....	15
2.5	Marco Teórico.....	17
2.5.1	Herramientas de análisis .....	17
2.5.1.1	Fuentes primarias .....	17
2.5.1.2	Fuentes secundarias.....	17
2.5.1.3	Ciclo de Deming (PDCA) .....	17
2.5.1.4	Diagrama de Ishikawa .....	18
2.5.1.5	Indicadores KPI.....	19
2.5.1.6	Análisis de criticidad .....	19
2.5.2	Herramientas de análisis económico .....	20
2.5.2.1	Análisis costo-beneficio .....	20
3	Capítulo 3: Análisis de la situación actual .....	22
3.1	Descripción de la empresa .....	22

3.2	Organigrama actual de la empresa .....	23
3.3	Definición del proceso y alcance .....	26
3.3.1	Flujo proceso final de línea y almacenamiento.....	27
3.3.2	Narrativa Proceso:.....	28
3.4	Análisis causa raíz.....	29
3.4.1	Diagrama de Ishikawa .....	29
3.4.2	Objetivo del Análisis .....	29
3.4.2.1	Métodos: .....	30
3.4.2.2	Máquinas: .....	30
3.4.2.3	Mano de obra:.....	30
3.4.2.4	Materiales: .....	31
3.4.2.5	Medición: .....	31
3.4.2.6	Entorno: .....	31
3.5	Matriz de criticidad.....	32
3.5.1	Problema 1: Altos tiempos de manipulación manual y detenciones de línea	34
3.5.2	Problema 2: Vulnerabilidad Operacional y de Calidad por Tránsito de Grúas y Manipulación Múltiple .....	36
3.5.3	Problema 3: Espacio no optimizado y flujo logístico ineficiente...	38
3.5.4	Resumen de Criticidad del Proyecto .....	39
4	Capítulo 4: Propuesta de mejora.....	41
4.1	Objetivo .....	42
4.2	Alcance.....	42
4.3	Planificar (Plan) .....	43
4.4	Hacer (Do) .....	46
4.5	Verificar (Check).....	56

4.5.1	Cumplimiento de producción por hora.....	56
4.5.2	Palets por turno .....	56
4.5.3	Disponibilidad del sistema de final de línea.....	57
4.5.4	Merma en final de línea .....	57
4.6	Actuar (Act).....	58
4.6.1	Validación Cuantitativa de la Mitigación de Riesgos .....	58
4.6.1.1	Problema 1: Altos tiempos de manipulación manual .....	58
4.6.1.2	Problema 2: 2. Riesgos de accidente por tránsito de grúas horquilla 60	
4.6.1.3	Problema 3: Posibles mermas o daños en producto final.....	61
4.6.2	Estandarización de Procesos y Sostenibilidad de la Mejora .....	63
4.6.2.1	Procedimientos operativos estandarizados (SOP).....	63
4.6.2.2	SOP-01: Chequeo de seguridad y puesta en marcha/apagado de la Línea Automatizada .....	64
4.6.2.3	SOP-02: Gestión de fallas e incidencias: Parada segura, diagnóstico, corrección y reinicio .....	67
4.6.2.4	Capacitación del personal.....	72
4.6.2.5	Auditorías y controles de calidad .....	72
5	Capítulo 5: Análisis costos-beneficio.....	73
5.1	Análisis de costos de la propuesta .....	73
5.1.1	Costo de equipos.....	73
5.1.2	Costos de modificación de planta.....	74
5.1.3	Costos de capacitación .....	74
5.1.4	Costos de entrenamiento .....	75
5.1.5	Costos de la problemática .....	75
5.1.6	Costos de operación.....	76

5.1.7	Resumen de costos totales proyecto.....	76
5.2	Análisis de beneficios o ahorros de la compañía.....	77
5.2.1	Beneficio ahorro mano de obra .....	77
5.2.2	Beneficio ingresos por capacidad ociosa recuperada, ahorro de la problemática.....	77
	Beneficios por capacidad ociosa .....	77
5.2.3	Resumen de beneficios totales.....	78
5.3	Comparación de costos y beneficios .....	79
5.3.1	Escenario primer año .....	79
5.3.2	Escenario para segundo año.....	80
6	Conclusión.....	81
7	Bibliografía .....	82

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción Linea automática.....	3
Tabla 2 Producción promedio hora mensual 2023 - 2024 .....	4
Tabla 3 Resumen promedio producción ociosa mensual y acumulada julio 2023 a junio 2025 .....	5
Tabla 4 Sipoc Proceso Actual .....	27
Tabla 5 Narrativa proceso actual Bizagi .....	28
Tabla 6 Frecuencias Matriz Criticidad.....	32
Tabla 7 Consecuencias Matriz de Criticidad.....	32
Tabla 8 Indicadores KPI para medir el desempeño de la Mejora .....	45
Tabla 9 Capacitaciones necesarias para lograr el éxito de la mejora .....	52
Tabla 10 SOP creados para la implementación.....	63
Tabla 11 Costo de equipos o maquinarias .....	73
Tabla 12 Costos de modificación de planta .....	74

Tabla 13 Costos de capacitación .....	74
Tabla 14 Costos de entrenamiento .....	75
Tabla 15 Costo de la problemática .....	75
Tabla 16 Costos de Operación .....	76
Tabla 17 Resumen de costos totales proyecto .....	76
Tabla 18 Beneficio ahorro mano de obra .....	77
Tabla 19 Beneficio ingresos por capacidad ociosa recuperada .....	77
Tabla 20 Resumen de beneficios totales .....	78
Tabla 21 Resultado Costos Beneficios Año 1 .....	79
Tabla 22 Resultado Costos Beneficios Año 2 .....	80

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Producción promedio hora mensual 2023 - 2024 .....	4
Ilustración 2 Layout Planta Viña Requingua .....	6
Ilustración 3 Extracto Plano de Riesgo Viña Requingua .....	7
Ilustración 4 Tabla de simbología Plano de Riesgo Viña Requingua .....	7
Ilustración 5 Extracto Mapa de Riesgos Viña Requingua .....	8
Ilustración 6 Layout de planta .....	9
Ilustración 7 Gráfico Motivos Reclamos clientes recurrentes Viña Requingua ..	10
Ilustración 8 Gráfico motivos reclamos año 2024 .....	11
Ilustración 9 Gráfico motivos reclamos año 2025 .....	11
Ilustración 10 Modelo Diagrama Ishikawa .....	19
Ilustración 11 Ejemplo Matriz de Criticidad .....	20
Ilustración 12 Organigrama General Viña Requingua .....	23
Ilustración 13 Flujo proceso final de línea y almacenamiento .....	27
Ilustración 14 Extracto layout planta Viña Requingua antes de la modificación ..	49
Ilustración 15 Extracto layout planta Viña Requingua después de la modificación .....	50
Ilustración 16 Carta Gantt Implementación física de la mejora .....	51
Ilustración 17 Nuevo flujo de Proceso final de línea .....	53

Ilustración 18 Subproceso Embotelladora con Mejora.....	53
Ilustración 19 Modelamiento de proyecto Simio 2D .....	55

### **3 AGRADECIMIENTOS**

#### **Manuel López Palamara**

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida. Su comprensión, cariño y amor incondicional me han acompañado en cada etapa de mis estudios, brindándome siempre la confianza y el apoyo necesarios para avanzar con determinación.

A mi compañera de vida, mi pareja, le dedico un especial reconocimiento. Su apoyo constante, sus palabras de aliento y su compañía han sido parte esencial de mi motivación, entregándome la fortaleza emocional y sentimental que me permitió culminar este proyecto.

Extiendo también mi gratitud a Liliana Palomino, Subgerente de Aseguramiento de Calidad, y a Pablo Riquelme, Subgerente de Producción, de Viña Requingua, quienes con gran disposición nos recibieron en sus instalaciones de Curicó, nos facilitaron la información necesaria y respondieron con amabilidad todas nuestras dudas, contribuyendo de manera decisiva al desarrollo de este trabajo.

De igual forma, agradezco a mi profesor guía, Marcelo Videla, y a la Universidad San Sebastián por la orientación académica y el acompañamiento entregado durante todo el proceso. Sus conocimientos y apoyo fueron claves para dar estructura y sentido a esta investigación.

Finalmente, quiero reconocer a mi empleador, quien confió en mí y me brindó apoyo durante mis estudios. Esa confianza y respaldo institucional fueron determinantes para compatibilizar mis responsabilidades laborales con la exigencia académica.

**Julio Torres Maldonado**

En primer lugar, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre, quien han sido mi guía y mi mayor fuente de inspiración. Su incondicional apoyo y amor me han acompañado en cada etapa de mi formación, dándome la fuerza y la motivación necesarias para seguir adelante.

Asimismo, extiendo mi gratitud a todas las personas que, de manera tan generosa, me facilitaron información y resolvieron mis dudas. Sus valiosos aportes fueron determinantes en el desarrollo de este trabajo.

De igual forma, agradezco a mi profesor guía y a la Universidad por su valiosa orientación académica y su constante acompañamiento a lo largo de este proceso. Sus conocimientos y su experiencia fueron esenciales para estructurar y dar coherencia a esta investigación.

## **1 CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

La industria vitivinícola chilena se caracteriza por su alta competitividad internacional, lo que exige a las empresas mantener procesos productivos eficientes, seguros y sostenibles. En este contexto, Viña Requingua, una de las diez principales exportadoras del país, ha consolidado su prestigio gracias a la calidad de sus vinos y a su capacidad de adaptarse a las demandas de un mercado global en constante evolución. Sin embargo, su línea de embotellado presenta desafíos operacionales que limitan el aprovechamiento pleno de la capacidad instalada.

Durante el diagnóstico realizado en planta se identificaron tres problemáticas principales en la etapa de final de línea: la elevada intervención manual en el paletizado, el tránsito de grúas horquilla en zonas productivas y los extensos recorridos hacia bodega. Estas condiciones no solo generan tiempos muertos y capacidad ociosa, sino que también incrementan riesgos de accidentes y la probabilidad de mermas en el producto terminado. Tales factores se traducen en pérdidas económicas relevantes y en una menor competitividad frente a otras viñas del sector.

El presente proyecto de título tiene por objetivo diseñar una propuesta de mejora integral para el proceso de almacenamiento y final de línea en Viña Requingua, incorporando herramientas de ingeniería industrial como diagramas de Ishikawa, análisis de criticidad, indicadores KPI y la metodología PDCA. La propuesta plantea la automatización de operaciones críticas junto con un rediseño del layout que permita optimizar los flujos logísticos, reducir riesgos y mejorar la productividad.

De esta manera, el trabajo busca demostrar que la aplicación de metodologías de mejora continua y tecnologías de automatización no solo son viables en términos técnicos y económicos, sino que además constituyen una estrategia

clave para garantizar la sostenibilidad y competitividad de Viña Requingua en el mediano y largo plazo.

## 2 CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES DEL PROYECTO

### 2.1 Justificación de la problemática o proyecto

En la visita técnica realizada a las instalaciones de Viña Requingua ubicada en la Región del Maule, se identificó un sistema de embotellado parcialmente automatizado en su línea de producción, que posee una capacidad de producción total de seis mil (6.000) botellas por hora. No obstante, al finalizar el proceso de packing (cajas con botellas), se detectó una etapa manual crítica: el paletizado de cajas, su traslado con grúa horquilla a una zona intermedia de bodega para su enfardado (film plástico) y un segundo traslado manual hacia la bodega de producto terminado.

Los problemas detectados a tratar son los siguientes:

1. **Altos tiempos de manipulación manual:** Actualmente el final de la línea productiva es intervenido por dos operadores que deben realizar la descarga de la cinta con cajas de vinos hacia un pallet, lo que genera detención en la línea automática, ya que, si los sensores detectan que hay seis cajas en espera, estos detienen completamente toda la línea para no producir desbordamientos en ellas.

La producción de cajas por hora, con la capacidad de producción que mantiene el área productiva es mil (1.000) cajas por hora, lo que se traduce que los operadores deben realizar dieciséis descargas por minuto.

Línea 1	Automática	Producción	Botellas	Cajas (6u)
			6.000	1.000

Tabla 1 Producción Línea automática

Actualmente la producción promedio de botellas de vino por hora de los últimos dos años, demuestra la existencia de una capacidad ociosa de planta, lo que impacta directamente a la rentabilidad de la planta productiva.

## Producción línea automática promedio hora mensual Viña Requingua

Promedio	Capacidad	2.23
Ociosa Botellas mensual		3

	Jul-23	ago-23	sept-23	oct-23	nov-23	dic-23	ene-24	feb-24	mar-24	abr-24	may-24	jun-24
Producción promedio hora	5.96	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98	5.98
0	0	5.985	8	5.995	1	5.983	4	5.987	6	5.989	4	
Capacidad no ocupada promedio hora	40	10	15	2	5	9	17	16	13	14	11	16
Capacidad no ocupada promedio diaria	320	80	120	16	40	72	136	128	104	112	88	128
Capacidad no ocupada promedio mensual	6.40	1.60			1.44		2.56		2.24		2.56	
0	0	2.400	320	800	0	2.720	0	2.080	0	1.760	0	

	Jul-24	ago-24	sept-24	oct-24	nov-24	dic-24	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25
Producción promedio hora	5.98	5.99	5.98	5.98	5.98	5.98	5.99	5.99	5.98	5.98	5.98	5.98
3	2	5.988	0	5.982	8	5.987	3	5.987	1	5.985	7	
Capacidad no ocupada promedio hora	17	8	12	20	18	12	13	7	13	19	15	13
Capacidad no ocupada promedio diaria	136	64	96	160	144	96	104	56	104	152	120	104
Capacidad no ocupada promedio mensual	2.72	1.28		3.20	1.92	1.92	1.12	1.12	3.04	3.04	2.08	
0	0	1.920	0	2.880	0	2.080	0	2.080	0	2.400	0	

Tabla 2 Producción promedio hora mensual 2023 - 2024

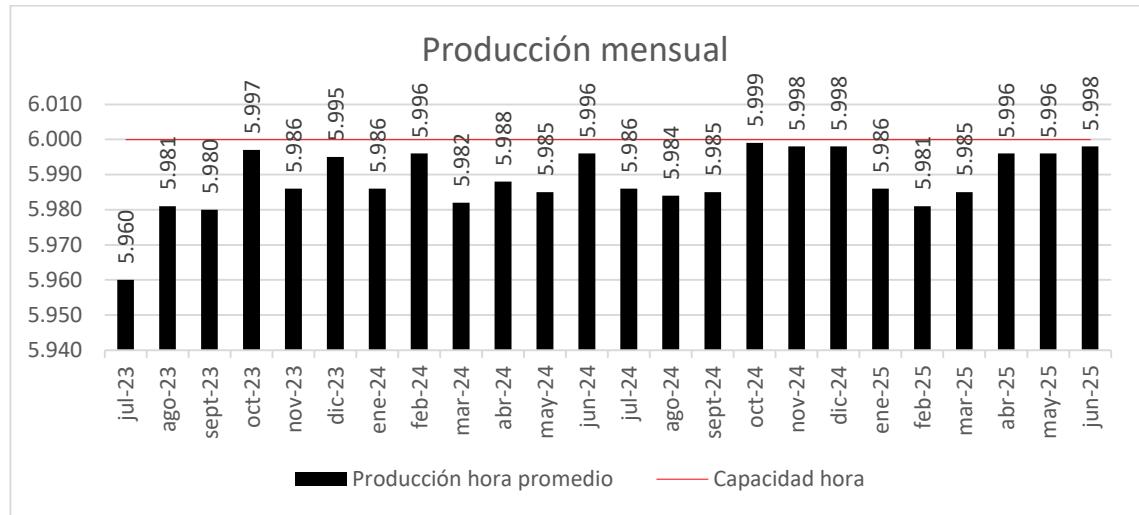


Ilustración 1 Producción promedio hora mensual 2023 - 2024

Las cantidades corresponden a unidades (botellas) producidas en línea 1 de planta automática embotelladora de Viña Requingua.

Analizando los períodos comprendidos entre julio 2023 y junio 2025 podemos observar que existe una capacidad ociosa promedio de 2.233 botellas mensuales, para el cálculo se ha considerado veinte días hábiles por mes.

Mes Año	Unidades		Mes Año	Unidades	
	Promedio Diaria	Promedio Mensual		Promedio Diaria	Promedio Mensual
jul-23	320	6.400	jul-24	136	2.720
ago-23	80	1.600	ago-24	64	1.280
sept-23	120	2.400	sept-24	96	1.920
oct-23	16	320	oct-24	160	3.200
nov-23	<b>40</b>	800	nov-24	<b>144</b>	2.880
dic-23	72	1.440	dic-24	96	1.920
ene-24	136	2.720	ene-25	104	2.080
feb-24	128	2.560	feb-25	56	1.120
mar-24	104	2.080	mar-25	104	2.080
abr-24	112	2.240	abr-25	152	3.040
may-24	88	1.760	may-25	120	2.400
jun-24	<b>128</b>	2.560	jun-25	<b>104</b>	2.080

Promedio Mensual	2.233
---------------------	-------

Tabla 3 Resumen promedio producción ociosa mensual y acumulada julio 2023 a junio 2025

Valorizando a la venta de ticket promedio de \$12.000 pesos por unidad, valor entregado por la viña según sus análisis de cepas producidas, obtenemos que mensualmente Viña Requingua pierde la posibilidad de vender \$26.796.000 mensualmente, proyectándolo en un año este número queda en \$321.552.000.

**2. Riesgos de accidente por tránsito de grúas horquilla:** Actualmente Viña Requingua mantiene un layout de planta donde coexisten operadores de línea y grúas horquillas en los mismos espacios, esto se evidencia en la Ilustración 3 Layout Planta Viña Requingua, que se muestra a continuación:

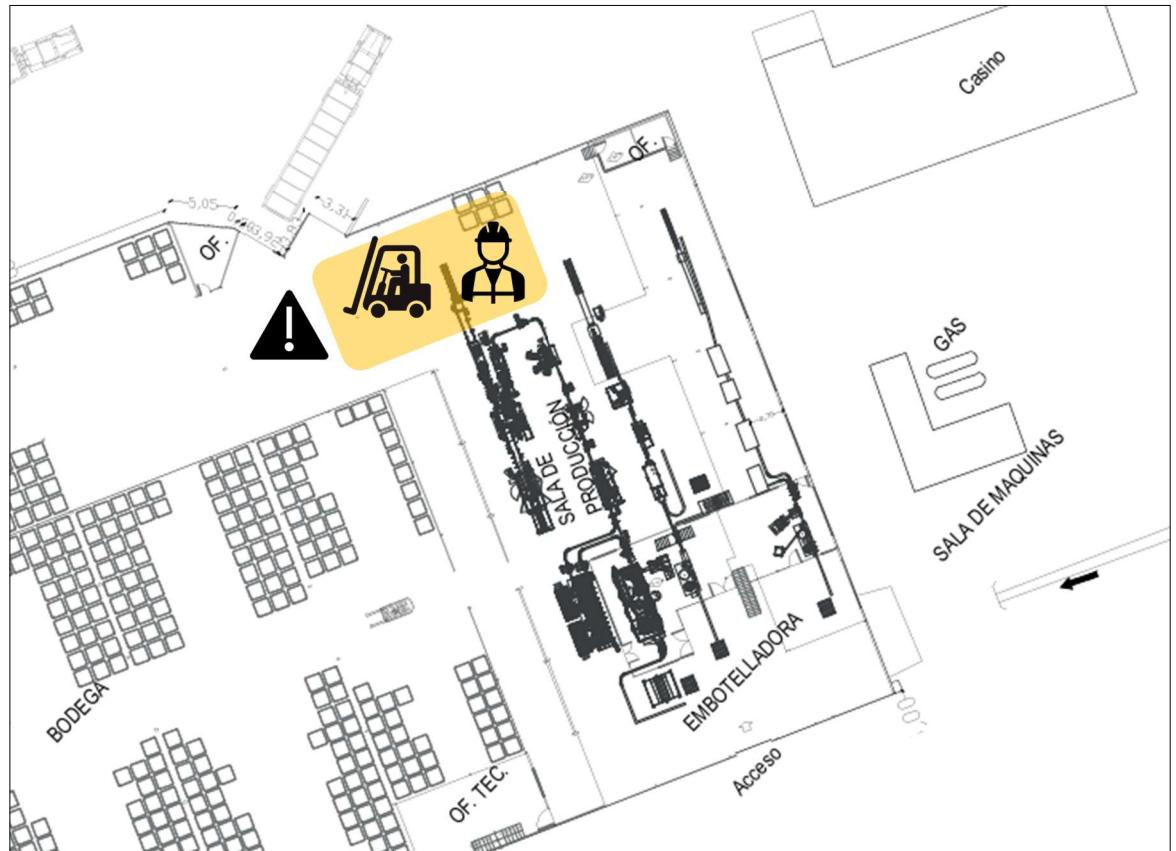


Ilustración 2 Layout Planta Viña Requingua

Las grúas horquillas deben ingresar al sector de producción donde se encuentran los finales de línea, sector donde también confluye el acceso a las oficinas de producción y supervisión, lo que aumenta la probabilidad de accidentes. Este riesgo se encuentra declarado actualmente en la Viña Requingua como se evidencia en el extracto de su

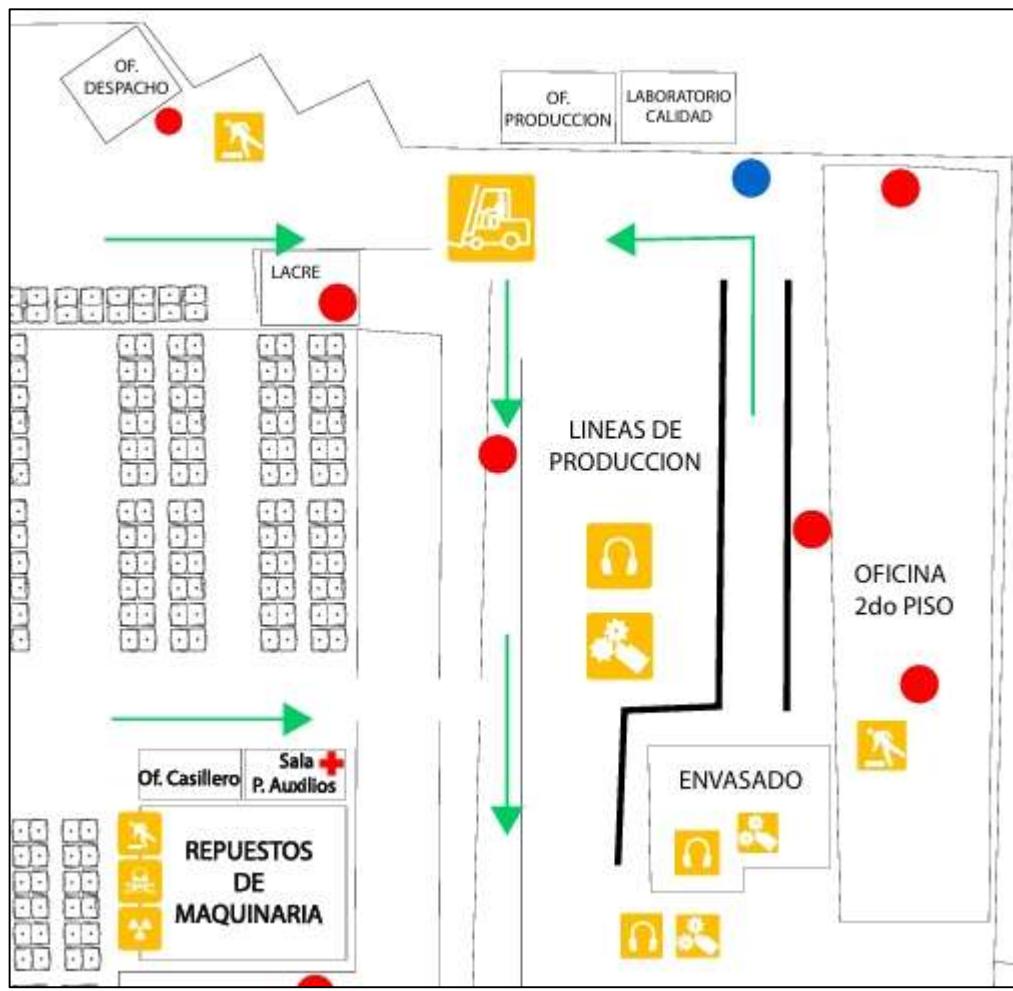


Ilustración 3 Extracto Plano de Riesgo Viña Requingua

SIMBOLOGIA	
ZN	Zona de Seguridad
→	Vías de Evacuación
●	Extintor
●	Red Húmeda
●	Grifo Doble
■	Gas
■	Petróleo
	Uso de protector Auditivo
	Exposición a sustancias químicas
	Peligro de intoxicación
	Riesgo de Atropello
	Riesgo de atrapamiento
	Riesgo de Caída
	Solo Personal Autorizado

Ilustración 4 Tabla de simbología Plano de Riesgo Viña Requingua

### **Causas de los accidentes:**

- **Interacción con peatones:** Los peatones, especialmente en áreas de producción, pueden no ser conscientes del movimiento de las grúas horquilla o distraerse con sus tareas, lo que aumenta el riesgo de atropellos. La falta de zonas peatonales claramente delimitadas y de señalización adecuada es un factor crítico.
- **Falta de visibilidad:** Las grúas horquilla tienen puntos ciegos significativos, especialmente al retroceder o al girar. La carga transportada también puede obstruir la visión del operador. La mala iluminación en ciertas áreas de la planta o el exceso de ruido que impide escuchar las advertencias son factores adicionales que contribuyen a la falta de visibilidad y conciencia del entorno.
- **Velocidad inadecuada:** Una velocidad excesiva, especialmente en pasillos estrechos o esquinas, reduce el tiempo de reacción del operador y aumenta la gravedad de un posible impacto.
- **Factores humanos:** La fatiga, la falta de capacitación del operador, el uso de teléfonos móviles y la negligencia pueden llevar a errores de juicio y manejo. Es fundamental que los operadores estén certificados y que sigan procedimientos de trabajo seguros.

3. **Posibles mermas o daños en producto final:** Al mover los pallets desde “Final de línea” hacia sector “Enfardado”, y luego hacia “Almacén

**Productos Terminados**", se aumenta la probabilidad de que el producto y su embalaje sufran daños.

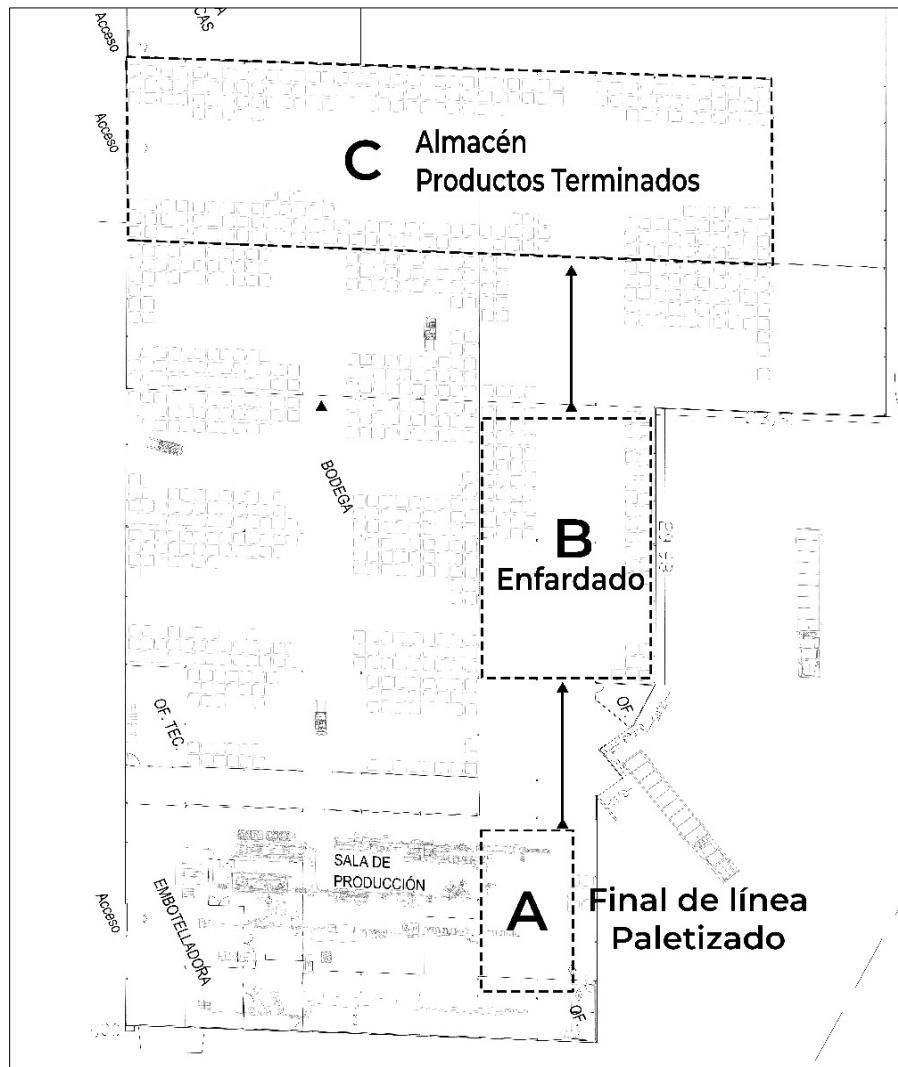


Ilustración 6 Layout de planta

- **Impactos y vibraciones:** Durante el movimiento de los pallets desde la línea de producción hasta la bodega, los impactos leves y las vibraciones constantes pueden causar el descalce de las cajas, su aplastamiento o la ruptura de las botellas. El uso de grúas horquilla con suspensión inadecuada o la falta de cuidado del operador son factores clave.

- **Error en la configuración del pallet:** Una mala configuración (por ejemplo, cajas que sobresalen del borde del pallet) compromete la integridad de la carga. Esto las expone a daños por impacto con paredes, otros pallets o la misma grúa horquilla.

En el último año (2024), los reclamos más recurrentes por cliente han sido por cajas de vino con descalce, cajas mal dimensionadas y pegado de cajas deficientes.



*Ilustración 7 Gráfico Motivos Reclamos clientes recurrentes Viña Requingua*

En el universo general de reclamos, clientes recurrentes y no recurrentes, también existen categorías que involucran el proceso en análisis, volvemos a notar categorías como cajas con descalce, espesor de caja, cajas mal dimensionadas, error en cantidad de cajas cargadas, error en configuración de pallet, entre otras:

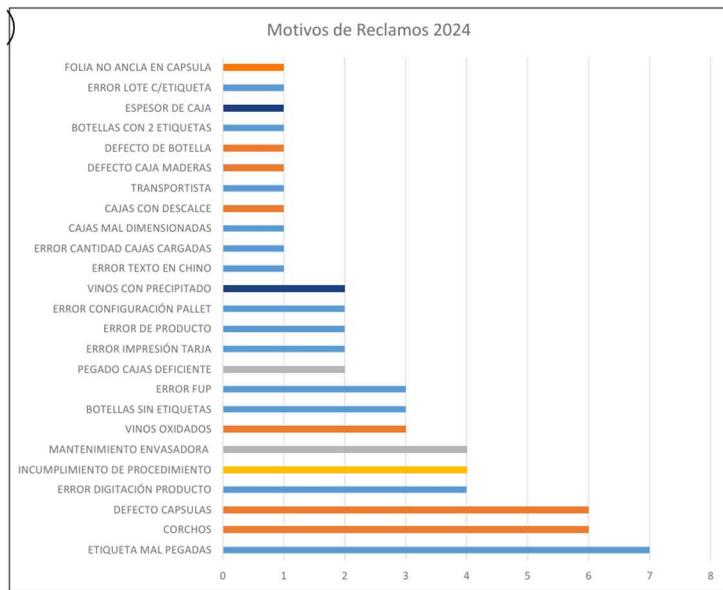


Ilustración 8 Gráfico motivos reclamos año 2024

En el transcurso del año 2025 ya se han presentado reclamos pertinentes al foco de este Proyecto de mejora, como reclamos de defecto de pallet:



Ilustración 9 Gráfico motivos reclamos año 2025

4. **Extensos recorridos de mercaderías:** Las bodegas se encuentran alejadas de la línea de producción, lo que ocasiona que los viajes del producto final sean largos y aumente la probabilidad de mermas.

Se evidencia una distribución no apta para el almacenamiento, el almacén

de productos terminados se encuentra alejado del término de línea de producción.

- Aumento en los tiempos de ciclo: Los recorridos largos para mover el producto terminado desde la línea de producción hasta la bodega incrementan el tiempo total que un producto tarda en estar listo para ser despachado. Esto afecta la capacidad de respuesta a la demanda y puede generar cuellos de botella.
- Mayor probabilidad de mermas y daños: Cuanto más largo es el trayecto, mayor es el riesgo de que el producto sufra golpes, caídas o daños. Esto se traduce en pérdidas económicas directas por productos que deben ser desechados o reprocesados. Además, el manejo manual o con maquinaria (como las grúas horquilla) en recorridos largos aumenta la fatiga del personal y, por lo tanto, el riesgo de accidentes.

## **2.2 Objetivo general**

Diseñar un sistema de mejora del proceso de almacenamiento y final de línea productiva que aumente la productividad, mejore la seguridad y reduzca las mermas en la Viña Requingua.

## **2.3 Objetivos específicos**

1. Aplicar herramientas ingenieriles para identificar las causas y consecuencias de las ineficiencias en el proceso de almacenamiento y final de línea.
2. Analizar el layout actual y los flujos de trabajo con el fin de detectar oportunidades de mejora.
3. Diseñar una propuesta de solución integral que contemple mejoras en infraestructura, automatización y procesos operacionales.
4. Evaluar la viabilidad técnica y económica de la solución propuesta mediante un análisis costo-beneficio.

## **2.4 Alcances y Limitaciones**

### **2.4.1 *Alcances Proyecto***

Los alcances que se fijan para el proyecto de Mejora Del Proceso De Almacenamiento Y Final De Línea Productiva Viña Requingua son los siguientes:

1. Levantamiento del proceso actual en la etapa posterior al packing, incluyendo el paletizado manual, enfardado y traslado a bodega.
2. Análisis de tiempos asociados a la manipulación manual, tiempos muertos y detenciones de línea.
3. Identificación de riesgos operacionales derivados del tránsito de grúas horquilla en zonas compartidas de trabajo.
4. Propuesta de automatización del proceso de paletizado y enfardado.
5. Propuesta de mejora del layout en el sector de final de línea con el fin de optimizar el flujo logístico.
6. Evaluación técnico-económica de la solución, mediante estimación de costos y beneficios.

El proyecto se enfoca en el diseño para una posterior implementación de una propuesta de mejora continua en el proceso de embotellado de Viña Requingua, con el objetivo principal de aumentar la productividad y reducir los riesgos en su operación. La intervención se concentra en la fase final de la línea automática de producción, específicamente en la etapa de

paletizado, enfardado y almacenamiento intermedio, donde se ha identificado la mayor oportunidad de optimización.

#### **2.4.2 *Delimitaciones del Proyecto***

Con el objetivo de acotar correctamente el proyecto y garantizar su viabilidad dentro del marco temporal y académico disponible, se establecen las siguientes delimitaciones:

1. El proyecto no contempla la ejecución ni implementación física de las mejoras propuestas, sino únicamente su diseño conceptual y análisis de viabilidad.
2. No se incluyen modificaciones al proceso interno de embotellado o líneas de producción previas al packing, por encontrarse fuera del foco de estudio.
3. Los datos utilizados para cálculos y estimaciones serán proporcionados por la empresa, obtenidos mediante observación directa o extraídos de bibliografía técnica referencial.
4. La evaluación económica será de carácter estimativo, utilizando cotizaciones referenciales de mercado y supuestos razonables.
5. El alcance geográfico del proyecto se limita a las instalaciones productivas principales de Viña Requingua, excluyendo bodegas externas u otras plantas.

El proyecto se limita al diseño y la evaluación de la viabilidad técnica y económica de la solución propuesta, sin contemplar la instalación física de los equipos ni la capacitación in situ del personal. Las mejoras se centran exclusivamente en el proceso de final de línea, por lo que no se abordarán otras etapas como el embotellado, etiquetado o la gestión de inventarios.

## **2.5 Marco Teórico**

A continuación, se presentan los fundamentos teóricos que sustentan el desarrollo del presente proyecto de mejora en el proceso de almacenamiento y final de línea en Viña Requingua. Se dividen en herramientas de análisis, herramientas de propuesta y herramientas de evaluación económica, siguiendo la metodología empleada para abordar de forma integral las ineficiencias detectadas.

### **2.5.1 Herramientas de análisis**

Para ellos se aplicarán diversas herramientas de ingeniería industrial. Las cuales se detallan a continuación.

#### *2.5.1.1 Fuentes primarias*

Las fuentes primarias son aquellos datos recolectados directamente en el lugar de los hechos, mediante técnicas como la observación directa, entrevistas estructuradas, registros en terreno y encuestas aplicadas a operarios y supervisores. Su uso permite obtener información actual, específica y contextualizada del proceso productivo.

#### *2.5.1.2 Fuentes secundarias*

Las fuentes secundarias corresponden a información ya procesada y publicada, como manuales técnicos, normativas, libros, artículos académicos y datos históricos proporcionados por la empresa. Estas fuentes permiten complementar, validar y contextualizar los hallazgos empíricos.

#### *2.5.1.3 Ciclo de Deming (PDCA)*

El ciclo PDCA se empleará como marco metodológico para guiar la implementación de la automatización en el proceso:

- Planificar (Plan): Se establecerán los objetivos vinculados a productividad, seguridad y costos, definiendo el diseño de la solución de automatización más adecuada.
- Hacer (Do): Se llevará a cabo la implementación de la tecnología propuesta, considerando la instalación del equipamiento y la capacitación del personal involucrado.
- Verificar (Check): Se realizará un seguimiento de los resultados obtenidos —como los tiempos de ciclo y la tasa de defectos— y se contrastarán con las metas definidas inicialmente.
- Actuar (Act): Se procederá a ajustar y perfeccionar los procesos en función de los resultados, asegurando la estandarización de la nueva forma de trabajo para garantizar que las mejoras sean sostenibles en el tiempo.

#### *2.5.1.4 Diagrama de Ishikawa*

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama causa-efecto o diagrama de espina de pescado, es una herramienta de calidad utilizada para identificar, organizar y representar gráficamente las posibles causas que originan un problema específico. Su estructura se asemeja a la espina de un pez, donde la “cabeza” corresponde al efecto o problema central y las “ramas” representan categorías de causas habituales como métodos, materiales, maquinaria, mano de obra, medición y medio ambiente. Esta metodología facilita el análisis sistemático, promueve el trabajo en equipo y permite priorizar las causas raíz que requieren intervención, siendo ampliamente aplicada en proyectos de mejora continua y control de procesos.

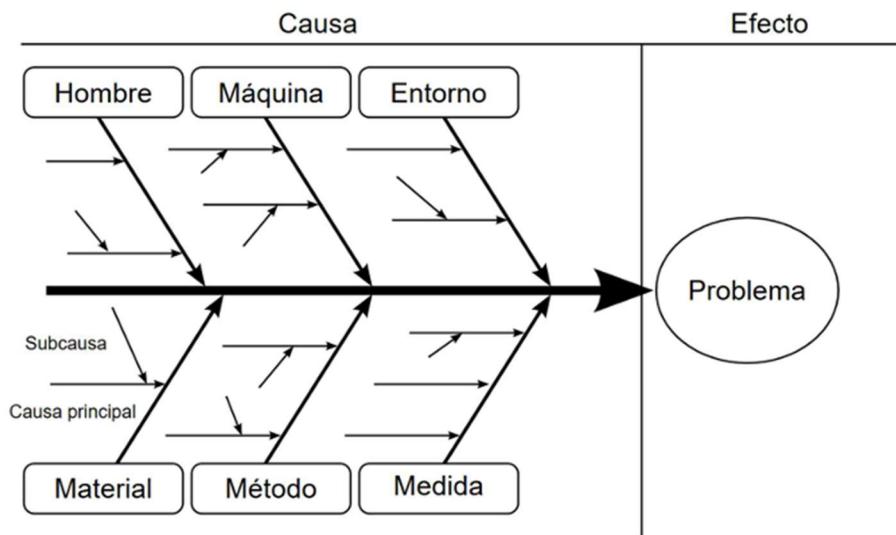


Ilustración 10 Modelo Diagrama Ishikawa

#### 2.5.1.5 Indicadores KPI

Los Key Performance Indicators (KPI) son métricas utilizadas para medir el desempeño de procesos en relación con objetivos estratégicos definidos. Se caracterizan por ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y acotados en el tiempo. En el ámbito de la mejora continua, los KPI permiten dar seguimiento a los CTQ identificados, traduciendo las metas de calidad y productividad en indicadores concretos que guían la gestión operativa y la toma de decisiones.

#### 2.5.1.6 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad consiste en una metodología semicuantitativa de análisis de riesgo de los activos con base en el impacto individual en producción, seguridad, calidad del producto, ambiente, y/o cualquier otro rubro que se considere pertinente en el contexto organizacional, al ocurrir un evento no deseado o falla del mismo; lo que nos permite jerarquizar los activos con base en dichos impactos, generalmente representado en matrices de criticidad. En dichas

matrices de criticidad se evalúa el riesgo con base a la ecuación que lo representa por definición:

$$\text{Riesgo} = \text{Frecuencia} * \text{Impacto}$$

Donde, la Probabilidad está representada por la frecuencia en la que se presenta el evento no deseado o falla del equipo, en este caso refiriéndose a la falla total del mismo. Mientras que la Consecuencia se refiere al impacto como producto de la falla. El riesgo, al ser representado por matrices de criticidad semicuantitativas, implica que ambas variables se evalúan en rangos de valores. Para el método diseñado en este caso de estudio se seleccionaron las matrices que se muestran a continuación.



Ilustración 11 Ejemplo Matriz de Criticidad

## 2.5.2 Herramientas de análisis económico

### 2.5.2.1 Análisis costo-beneficio

Este método permitirá cuantificar los costos de inversión asociados a la automatización (equipos, energía, mantención), versus los beneficios esperados: reducción de detenciones, menor merma, disminución de reclamos y optimización del recurso humano.

- Costos de Inversión (CAPEX): Desglosar los costos en adquisición de equipos, costos de instalación, capacitación, y posible ingeniería de detalle.
- Costos Operativos (OPEX): Cuantificar los ahorros en mano de obra directa, reducción de mermas y costos de energía. También se deben incluir los nuevos costos de mantención e insumos.

### **3 CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **3.1 Descripción de la empresa**

Fundada en 1961, Viña Requingua es una empresa familiar chilena con más de seis décadas de experiencia en la producción y comercialización de vinos de alta calidad. Ubicada en el Fundo Requingua, en Sagrada Familia, Curicó, la viña cultiva más de 1.000 hectáreas de viñedos propios en los prestigiosos valles de Colchagua, Curicó y Maule, zonas reconocidas mundialmente por su excelencia vitivinícola.

Gracias a una infraestructura de primer nivel, Viña Requingua cuenta con una capacidad de vinificación de 18 millones de litros en tanques de acero inoxidable y una sala de guarda con más de 4.000 barricas de roble, lo que permite desarrollar vinos tintos, blancos y rosados con identidad, carácter y gran calidad.

Actualmente, Requingua se posiciona entre las 10 viñas más importantes de Chile en volúmenes de exportación, con más de 1,6 millones de cajas vendidas anualmente en el extranjero. Sus vinos se comercializan a través de una sólida red de distribuidores e importadores, y su presencia internacional se apoya en equipos comerciales ubicados en Chile, China, Estados Unidos y Reino Unido, quienes mantienen vivo el espíritu cálido y cercano que caracteriza a esta empresa familiar.

El compromiso con la excelencia se refleja en cada etapa del proceso productivo, desde la selección de la uva hasta la comercialización final. Además, la viña ha asumido un firme compromiso con la sustentabilidad, implementando prácticas agrícolas y productivas que buscan el equilibrio entre el respeto por el medio ambiente, la viabilidad económica y la responsabilidad social.

Viña Requingua es sinónimo de tradición, pasión por el vino y visión de futuro, llevando el sabor y la esencia de Chile al mundo. Viña Requingua se preocupa por mantener la calidad de sus vinos en todas las etapas de producción, desde la selección de la uva hasta la comercialización.

La viña implementa prácticas sostenibles en sus procesos productivos, buscando ser amigable con el medio ambiente, económicamente viable y socialmente responsable.

Dispone de equipos comerciales en Chile, China, USA y UK, que mantienen la cercanía y calidez familiar que caracteriza a la viña.

### 3.2 Organigrama actual de la empresa



Ilustración 12 Organigrama General Viña Requingua

El proceso productivo de Viña Requingua S.A. se caracteriza por una integración completa de su cadena de valor vitivinícola, abarcando desde el cultivo de la vid hasta la fase de distribución del producto terminado.

- Gestión Vitícola: Se lleva a cabo la administración de los viñedos propios, implementando prácticas agrícolas controladas para asegurar la obtención de uvas de alta calidad.
- Vendimia y Recepción de la Materia Prima: Incluye la cosecha, que combina métodos manuales y mecanizados, seguida de una cuidadosa selección y posterior recepción de la materia prima.
- Vinificación: Esta etapa comprende la fermentación controlada del mosto, utilizando tanques de acero inoxidable, y la posterior crianza en barricas de roble para los vinos de guarda.
- Almacenamiento y Maduración: Los vinos se conservan bajo condiciones óptimas de temperatura y humedad, lo que asegura la preservación de sus propiedades organolépticas.
- Embotellado: Proceso que integra el llenado, corchado, encapsulado y etiquetado de las botellas.
- Despacho y Distribución: Consiste en la preparación de los pedidos y la gestión logística, tanto para el mercado nacional como para el internacional.

La infraestructura tecnológica de la bodega es de carácter semi-industrial, caracterizada por la armonización entre tecnología moderna y procesos tradicionales. Actualmente, la empresa opera con tres líneas de embotellado: dos de ellas son de operación manual, cada una con una capacidad de tres mil (3.000) botellas por hora, mientras que la tercera es una línea automática que alcanza una capacidad de seis mil (6.000) botellas por hora, esta última, objeto de mejora de este proyecto.

Desde una perspectiva organizacional, Viña Requingua S.A. mantiene un enfoque estratégico orientado a la mejora continua, la calidad del producto final y el cumplimiento de las normativas de exportación. Este enfoque se sustenta en la capacitación constante del personal, el uso responsable de los recursos y la adopción progresiva de tecnologías más eficientes.

En resumen, Viña Requingua S.A. se posiciona como una empresa vitivinícola consolidada que conjuga tradición e innovación. El potencial de optimización en sus procesos productivos, particularmente en el área de embotellado, la convierte en un caso de estudio relevante para la aplicación de metodologías de mejora continua.

### **3.3 Definición del proceso y alcance**

El diagnóstico se enfoca en el final de línea de embotellado de Viña Requingua, cuya capacidad instalada es de 6.000 botellas/hora. El alcance de este estudio comprende desde la salida de las cajas de la embotelladora hasta la conformación y almacenamiento de los pallets en bodega. Este límite se estableció considerando que los problemas de productividad se concentran en la etapa de paletizado, enfardado y traslado.

#### **Operaciones en el Final de Línea**

En la sección de empaque, el proceso de paletización se realiza mediante una operación de carácter manual. Para ello, se asignan dos operarios de final de línea, cuya responsabilidad principal es la manipulación de las cajas a medida que estas emergen de la cinta transportadora. Los operarios retiran las cajas y proceden a su organización y apilamiento sobre un pallet, siguiendo un patrón de estiba predefinido para asegurar la estabilidad y optimizar el espacio de carga.

El tiempo de ciclo de esta actividad está directamente influenciado por la capacidad de la línea automática, que produce a una tasa de seis (6.000) botellas por hora. Esta cadencia de producción impone un ritmo constante y demandante a los operarios, haciendo de su labor un punto crítico en la continuidad del flujo productivo.

#### **Logística Interna y Movilización de Pallets**

Una vez que el pallet ha sido completado, se inicia el proceso de movilización hacia el área de enfardado. Este traslado se realiza mediante el uso de una grúa horquilla, un equipo de manejo de materiales esencial en las operaciones logísticas de la planta. El pallet es transportado una distancia aproximada de 30

metros desde el punto de paletización hasta la máquina enfardadora.

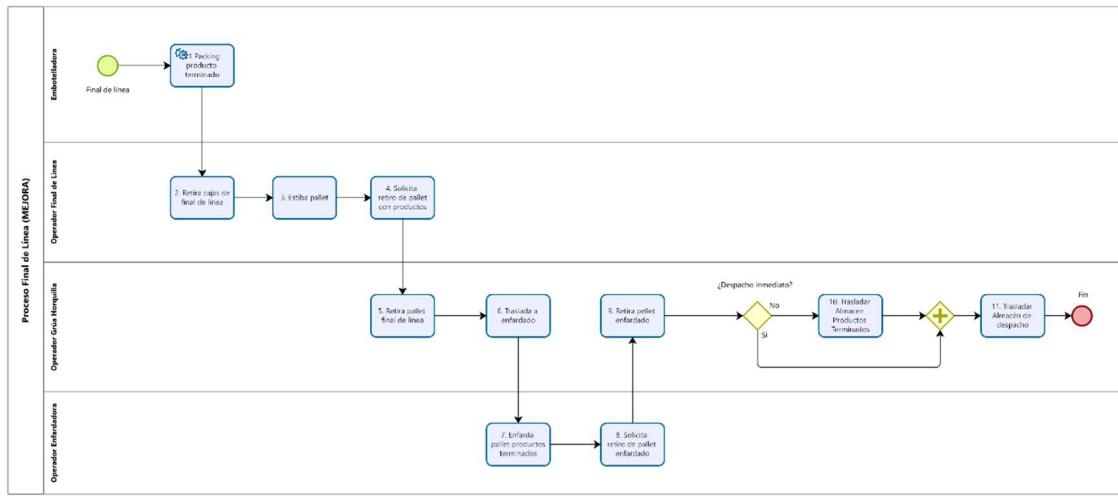
La operación de la grúa horquilla está sujeta a la disponibilidad de personal autorizado y a la planificación de las tareas logísticas, ya que este equipo es un recurso compartido que se utiliza para múltiples funciones dentro de la bodega, incluyendo la carga y descarga de camiones y el movimiento de mercancías a granel. La gestión de su uso requiere una coordinación precisa para evitar cuellos de botella y asegurar el flujo ininterrumpido de la producción.

### SIPOC del Proceso:

Supplier	Input	Process	Output	Customer
Línea automática de producción	Cajas de vino	Paletizado, Enfardado, Traslado, Almacenamiento	Pallet enfardado para despacho	Área logística / Cliente Final

Tabla 4 Sipoc Proceso Actual

#### 3.3.1 Flujo proceso final de línea y almacenamiento



Powered by  
 BPMN Modeler

Ilustración 13 Flujo proceso final de línea y almacenamiento

### 3.3.2 Narrativa Proceso:

ACTIVIDAD	ROL EJECUTANTE	DESCRIPCIÓN
1. Packing producto terminado	Planta Embotelladora	La planta entrega como Input las cajas de vino. <b>Ir a actividad 2.</b>
2. Retiro cajas final de línea	Operador final de línea	El operador de término de línea toma las cajas que salen de la embotelladora.
3. Estiba pallet	Operador final de línea	El operador estiba las cajas sobre el pallet hasta completar su configuración. <b>Ir a actividad 4.</b>
4. Solicitud retiro de pallet con productos	Operador final de línea	Operador solicita a operador de grúa horquilla el retiro del pallet para ser llevado a enfardadora. <b>Ir a actividad 5.</b>
5. Retira pallet final de línea	Operador Grúa Horquilla	Retira el pallet desde el término de línea de la embotelladora. <b>Ir a actividad 6.</b>
6. Traslada a enfardado	Operador Grúa Horquilla	Traslada el pallet retirado al sector de enfardado. <b>Ir a actividad 7.</b>
7. Enfarda pallet productos terminados	Operador Enfardadora	Enfarda el pallet entrante según la configuración necesaria. <b>Ir a actividad 8.</b>
8. Solicitud retiro de pallet enfardado	Operador Enfardadora	Operador solicita a operador de grúa horquilla el retiro del pallet para ser llevado a almacén. <b>Ir a actividad 9.</b>
9. Retira pellet enfardado	Operador Grúa Horquilla	Retira el pallet desde Enfardado. <b>Si es despacho diferido ir a actividad 10.</b> <b>Si es para despacho inmediato Ir a actividad 11.</b>
10. Trasladar Almacén Productos Terminados	Operador Grúa Horquilla	Traslada pallet enfardado a almacén de productos terminados. <b>Si el producto debe ser despachado, ir a actividad 11.</b>
11. Trasladar Almacén de despacho	Operador Grúa Horquilla	Traslada pallet enfardado a almacén de despacho.

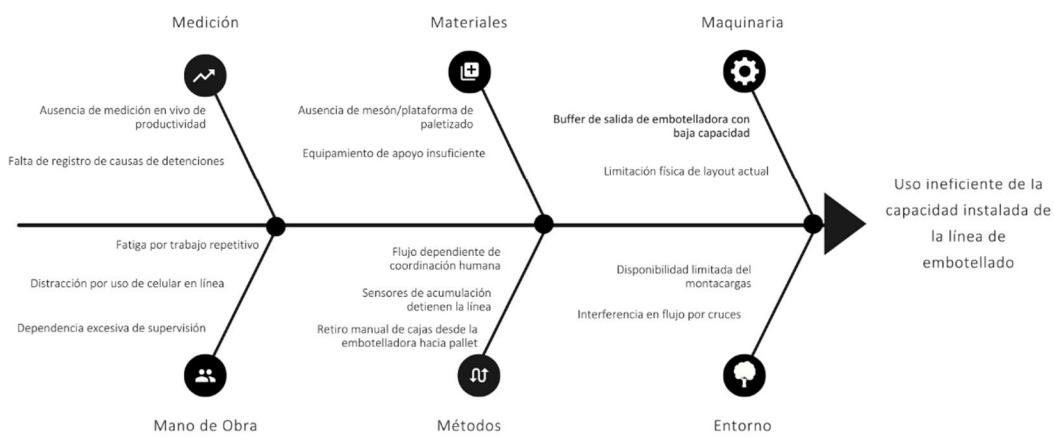
Tabla 5 Narrativa proceso actual Bizagi

### 3.4 Análisis causa raíz

La gestión actual del proceso de final de línea productiva en Viña Requingua — compuesto por el paletizado, enfardado y la transferencia de la carga a bodega — , presenta ineficiencias operacionales y vulnerabilidades de seguridad que configuran un cuello de botella sistémico que compromete la capacidad total de la línea de embotellado.

El problema central se define como la incapacidad del proceso de final de línea para operar a la misma cadencia que la línea de envasado, debido a la persistente intervención manual y a un diseño de *layout* ineficiente. Este desequilibrio genera un impacto multidimensional en la organización.

#### 3.4.1 Diagrama de Ishikawa



#### 3.4.2 Objetivo del Análisis

El análisis de causas del uso ineficiente de la capacidad instalada permitió identificar diversos factores que inciden en la pérdida de productividad de la línea

de embotellado. Estos factores se organizaron en seis categorías clásicas, métodos, máquinas, mano de obra, materiales, medición y entorno, como se presenta en el diagrama de Ishikawa

#### *3.4.2.1 Métodos:*

El proceso actual depende del retiro manual de cajas desde la embotelladora hacia el pallet. Cuando los operadores no retiran las cajas con la frecuencia requerida, los sensores de acumulación detienen automáticamente la línea, lo que genera tiempos muertos y una pérdida directa de capacidad productiva. La ausencia de un flujo estandarizado y la dependencia del ritmo humano impiden alcanzar la meta de 6.000 botellas/hora.

#### *3.4.2.2 Máquinas:*

La cinta final de acumulación de cajas en la salida de la embotelladora tiene poca capacidad, generando detenciones si no es atendida en los tiempos necesarios para mantener un flujo continuo de salida de cajas de botellas.

#### *3.4.2.3 Mano de obra:*

Se observó que la atención de los operarios no siempre es constante, existiendo distracciones frecuentes (por ejemplo, uso de teléfonos celulares durante la operación). Esta situación incrementa el riesgo de acumulación de cajas y detención de la línea, reforzando la dependencia de la productividad respecto de la concentración y disciplina individual. También el trabajo repetitivo por el retiro de cajas de la salida de la embotelladora genera fatiga en los

operadores afectando su rendimiento.

#### *3.4.2.4 Materiales:*

Los operadores no cuentan con materiales necesarios para facilitar el paletizado, esto incluye mesón de trabajo, ayuda de herramientas hidráulicas para el movimiento de pallets.

#### *3.4.2.5 Medición:*

En la situación actual no existe un sistema de registro en línea de la productividad ni de las causas de detención. Esto dificulta cuantificar con precisión la magnitud del problema y limita la capacidad de gestión para implementar mejoras correctivas oportunas.

#### *3.4.2.6 Entorno:*

Finalmente, se evidenció que la disponibilidad del montacargas no siempre es inmediata, lo que obliga a los operadores a descargar cajas a un costado mientras esperan. Además, el cruce de grúas con peatones y la cercanía con oficinas de producción generan interferencias que afectan la fluidez del proceso y aumentan los riesgos de interrupción.

### 3.5 Matriz de criticidad

La matriz de criticidad nos entrega como resultado las actividades críticas que permiten evaluar el desempeño del proceso. A partir de las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa, se definió la siguiente matriz de criticidad, orientada específicamente a garantizar la eficiencia del proceso de embotellado en su etapa final. Estos indicadores representan los factores que deben controlarse para asegurar el uso eficiente de la capacidad instalada, considerando tanto la velocidad de paletizado y enfardado, como la disponibilidad de la línea automatizada y la integridad del producto terminado.

Con base en el diagnóstico de los procesos, se han identificado tres problemas principales en el final de línea productiva. Para su priorización, se aplica la Matriz de Criticidad  $C = \text{Frecuencia} (F) \times \text{Consecuencia} (C)$ , utilizando la escala de 1 a 5, donde A (Alta) indica la máxima prioridad.

Periodo	Cantidad de Eventos	Frecuencia
Mensual	< 5	1
Mensual	6 a 10	2
Mensual	11 a 15	3
Mensual	16 a 20	4
Mensual	> 21	5

Tabla 6 Frecuencias Matriz Criticidad

La tabla modelo de consecuencia indica una estimación (unidades perdidas por detenciones) que será afectado por el problema presentado.

Unidades perdidas por detenciones (por cientos de unidades)	Consecuencia
< 1	1
2 a 6	2
7 a 11	3
12 a 16	4
> 17	5

Tabla 7 Consecuencias Matriz de Criticidad

El Análisis de Criticidad se fundamenta en la priorización objetiva de los problemas mediante la fórmula:

$$\text{Criticidad } (C) = \text{Frecuencia } (F) * \text{Consecuencia } (C)$$

Problema		Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	Nivel							
Problema encontrado de ejemplo		2	4	8	Medio							
FRECUENCIA	5											
	4											
	3											
	2			8								
	1											
	1	2	3	4	5							
CONSECUENCIA												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Niveles de Criticidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B</td><td>Criticidad Baja</td> </tr> <tr> <td>M</td><td>Criticidad Media</td> </tr> <tr> <td>A</td><td>Criticidad Alta</td> </tr> </tbody> </table>					Niveles de Criticidad		B	Criticidad Baja	M	Criticidad Media	A	Criticidad Alta
Niveles de Criticidad												
B	Criticidad Baja											
M	Criticidad Media											
A	Criticidad Alta											

Como resultado obtenemos el valor de Criticidad 8, que es clasificado como Media Criticidad

### **3.5.1 Problema 1: Altos tiempos de manipulación manual y detenciones de línea**

Este problema ha sido identificado como de nivel Crítico, ya que impacta directamente la capacidad productiva de la planta, provocando interrupciones en un proceso de 6.000 botellas por hora.

Impacto: Detención completa de la línea de producción, afectando la productividad general y generando Capacidad Ociosa.

#### **Análisis de Causa Raíz (Diagrama de Ishikawa)**

Categoría	Causas Raíz Detalladas
Mano de Obra (Operarios)	El proceso depende exclusivamente de la capacidad física y velocidad de dos operadores por turno. La fatiga y la variabilidad humana en una tarea tan repetitiva aumentan la probabilidad de no cumplir con el ritmo requerido.
Método	El paletizado es un proceso 100% manual. El ritmo exigido es de 16 descargas por minuto, lo cual representa una alta exigencia física y de coordinación difícil de sostener continuamente.
Maquinaria	El sistema automático de las cintas transportadoras está programado con sensores que detienen toda la línea si detecta una acumulación de solo seis cajas en la zona de espera. Este mecanismo es la causa directa de la detención.
Medición	Las detenciones no siempre se miden de forma sistemática como una pérdida de eficiencia, sino como una característica normal de la operación, impidiendo la cuantificación de la Capacidad Ociosa.

#### **Análisis de Criticidad:**

Escala	Frecuencia (F)	Consecuencia (C)
El cuello de botella manual es una condición continua durante el turno.	5	La detención de las líneas afecta directamente en rendimiento y la rentabilidad ya que se pierden en promedio 2.223 botellas mensuales por detención según la información histórica entregada por la Viña.

**Cálculo de Criticidad:**

Problema					Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	Nivel
Altos Tiempos de Manipulación y Detenciones					5	4	20	20
FRECUENCIA	5						Niveles de Criticidad	
	4						B	Criticidad Baja
	3						M	Criticidad Media
	2						A	Criticidad Alta
	1							
	1	2	3	4	5			
CONSECUENCIA								

### **3.5.2 Problema 2: Vulnerabilidad Operacional y de Calidad por Tránsito de Grúas y Manipulación Múltiple**

Este problema de nivel Alto combina el riesgo de seguridad (por tránsito de grúas) y las mermas de calidad, siendo la principal causa la falta de segregación de flujos.

Impacto: Alta probabilidad de accidentes graves por colisión y daños recurrentes en el producto, generando reclamos y pérdidas económicas.

Categoría	Causas Raíz Detalladas
Medio Ambiente (Layout)	El diseño actual de la planta obliga a las grúas horquilla a ingresar al sector de producción, que es también área de tránsito peatonal. La falta de segregación es la causa principal del riesgo.
Método	El procedimiento logístico implica un doble traslado del pallet con grúa horquilla. Esta manipulación múltiple antes del enfardado aumenta la probabilidad de daños.
Maquinaria	El uso de grúas horquilla es el vehículo que introduce el riesgo en la zona productiva.
Materiales	Registros de reclamos señalan defectos en la integridad del embalaje ("cajas con descalce", "pegado de cajas deficiente") que agravan el riesgo de daño durante el traslado.
Mano de Obra	El paletizado manual resulta en estibas irregulares o inestables, lo que hace que los pallets sean más susceptibles a sufrir daños durante su traslado.

#### **Análisis de Criticidad:**

Escala	Frecuencia (F)	Consecuencia (C)
El tránsito de grúas se repite múltiples veces por turno.	4 (Muy Frecuente)	El impacto por accidente es Catastrófico (fatalidad/legal) con detención de la planta dando una pérdida de producción diaria 48.000 botellas diarias. (6.000 botellas hora * turnos 8 horas)

### Cálculo de Criticidad:

Problema					Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	Nivel
Vulnerabilidad Operacional y de Calidad					4	5	20	Alto
FRECUENCIA	5						Niveles de Criticidad	
	4					20	B	Criticidad Baja
	3						M	Criticidad Media
	2						A	Criticidad Alta
	1						CONSECUENCIA	
	1	2	3	4	5			

### 3.5.3 Problema 3: Espacio no optimizado y flujo logístico ineficiente

Este problema logístico es una causa subyacente estructural, que genera la necesidad de manipulación múltiple y tránsito inseguro.

Impacto: Tiempos de ciclo elevados, aumento de la manipulación del producto y creación de condiciones inseguras.

Categoría	Causas Raíz Detalladas
Medio Ambiente (Layout)	La distribución física de la planta es ineficiente. Las zonas clave (paletizado, enfardado y almacén final) están separadas y distantes entre sí.
Método	El flujo logístico no está automatizado ni optimizado. El proceso está segmentado en etapas desconectadas (paletizar, mover, enfardar, mover de nuevo).
Maquinaria	La dependencia de la grúa horquilla como único medio para conectar estas áreas separadas es una consecuencia directa de la mala distribución del espacio.

#### Análisis de Criticidad:

Escala	Frecuencia (F)	Consecuencia (C)
La distribución física ineficiente es una condición permanente.	5 (Constante)	El impacto es de lesiones graves/menores y pérdidas económicas por ineficiencia por el tiempo de detención de la línea es un total de mas 2000 botellas.

#### Cálculo de Criticidad:

Problema		Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	Nivel
Espacio no Optimizado y Flujo Ineficiente		5	5	25	Alto
FRECUENCIA	5				Niveles de Criticidad
	4				B Criticidad Baja
	3				M Criticidad Media
	2				A Criticidad Alta
	1				
		1	2	3	4
		5	CONSECUENCIA		

### **3.5.4 Resumen de Criticidad del Proyecto**

La evaluación final demuestra que todos los problemas analizados en el final de línea de Viña Requingua se encuentran en el nivel de Criticidad Alta (A), lo que justifica la necesidad inmediata de la propuesta de mejora integral.

La propuesta de proyecto se centrará en los tres problemas con mayor impacto estratégico, alcanzando la máxima criticidad (25 y 20) en las dimensiones de **Seguridad, Productividad y Causa Raíz Estructural**.

Problemas	Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	Nivel
1. Altos Tiempos de Manipulación y Detenciones	5	4	20	Alto
2. Vulnerabilidad Operacional y de Calidad	4	5	20	Alto
3. Espacio no Optimizado y Flujo Ineficiente	5	5	25	Alto
4. Uso intensivo de combustibles fósiles	3	3	9	Medio
5. Riesgo Ergonómico en Operarios de Paletizado	2	3	6	Medio
6. Falta de Trazabilidad de Lotes al Pallet Final	3	2	6	Medio
7. Costos Elevados de Mantenimiento Correctivo	2	4	8	Medio
8. Reprocesos por Mala Calidad de Enfardado Manual	2	2	4	Baja

### **Criterios Clave de la Elección**

#### **Máximo Retorno de Inversión**

Los problemas 1 y 2 representan la **máxima Criticidad (20)**, lo que garantiza que la inversión en la solución (automatización y nuevo *layout*) generará el mayor retorno, ya que:

- **Mitiga Riesgos Catastróficos (C=5):** Al resolver el Problema 2, se elimina el peligro de accidentes graves (obligación ética y legal).

- **Libera Capacidad Productiva (C=4):** Al resolver el Problema 1, se elimina el cuello de botella manual, permitiendo a la planta alcanzar las **6.000 botellas por hora** de manera consistente.

### Enfoque en la Causa Raíz Estructural

El **Problema 3 (Espacio no Optimizado)**, con Criticidad 25, es la **causa fundamental** de los otros problemas:

- El *layout* deficiente obliga al **doble traslado del pallet** (generando el riesgo del Problema 2).
- El *layout* fragmentado no permite la continuidad de los procesos, forzando la dependencia del **paletizado manual** (Problema 1).

**Conclusión:** Al solucionar el Problema 3 mediante un rediseño logístico, la propuesta está atacando la raíz de la ineficiencia, asegurando que las soluciones para los Problemas 1 y 2 sean **sostenibles** a largo plazo.

## **4 CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE MEJORA**

El presente capítulo tiene por objetivo presentar la propuesta de mejora diseñada para el proceso de fin de línea y almacenamiento en Viña Requingua. Con el fin de abordar de manera estructurada y sistemática las dificultades identificadas en el diagnóstico, se ha optado por aplicar la metodología PDCA (Plan–Do–Check–Act), la cual se caracteriza por ser un ciclo de mejora continua ampliamente utilizado en la gestión de procesos productivos e industriales. Este enfoque permite planificar las acciones correctivas y preventivas, ejecutarlas en un entorno controlado, verificar sus resultados mediante indicadores objetivos y, finalmente, consolidar las medidas efectivas en la operación cotidiana de la organización.

La aplicación del PDCA en este proyecto cobra relevancia al ofrecer una herramienta práctica que facilita la transición desde la identificación de problemas hacia la implementación de soluciones concretas y sostenibles en el tiempo. En este sentido, la propuesta de mejora aquí desarrollada busca dar respuesta a cuatro problemáticas críticas que fueron detectadas en la etapa de análisis: los altos tiempos asociados a la manipulación manual de pallets, la exposición a riesgos de accidente derivados del tránsito constante de grúas horquilla en espacios reducidos, y las posibles mermas o daños en el producto final durante las actividades de traslado y almacenamiento.

De esta manera, la estructura de este capítulo se organiza en torno al desarrollo de las cuatro fases del ciclo PDCA, donde cada una de ellas se presenta como un paso necesario para avanzar desde la comprensión del problema hacia la consolidación de soluciones eficaces. En las secciones siguientes se detallarán la planificación, la ejecución, la verificación y la estandarización de las mejoras, vinculando directamente cada acción con los problemas diagnosticados, de modo de garantizar una línea de continuidad entre el análisis previo y la propuesta técnica aquí planteada.

## 4.1 Objetivo

El objetivo de la presente propuesta es optimizar el final de línea de embotellado con el fin de aprovechar plenamente la capacidad instalada de la planta. Para ello, se busca reducir el tiempo de paletizado, incrementar la cantidad de pallets armados y asegurar la disponibilidad continua de la línea, atendiendo a los CTQ críticos identificados en el diagnóstico.

Se han considerado tres etapas para la implementación de la mejora:

- **Etapa 1:** Obras civiles y habilitación de infraestructura, necesarias para la instalación de nuevos equipos.
- **Etapa 2:** Automatización del paletizado y enfardado, mediante la incorporación de maquinaria especializada y la reorganización del layout.
- **Etapa 3:** Optimización del flujo y reducción de riesgos, mediante medidas de seguridad y estandarización operativa.

## 4.2 Alcance

El alcance de la propuesta se centra exclusivamente en el final de línea de embotellado de Viña Requingua, considerando las operaciones que ocurren desde la salida de las cajas desde la embotelladora hasta su paletizado, enfardado y disposición en bodega para almacenamiento o despacho.

La mejora no contempla intervenciones en las etapas de producción del vino, embotellado primario, etiquetado u otras operaciones logísticas externas a la zona de final de línea. Tampoco incluye modificaciones en el sistema de transporte hacia clientes ni en la infraestructura global de la bodega.

En consecuencia, los límites del proyecto abarcan:

- **Inicio:** salida de las cajas de la línea de embotellado.
- **Término:** pallets terminados, enfardados y listos para almacenamiento en bodega.
- **Procesos incluidos:** traslado de cajas a pallet, armado del pallet, enfardado automático, flujo de pallets en el área de despacho intermedio y control de integridad.

De este modo, el alcance queda claramente acotado al área donde se concentran los CTQ críticos identificados en el diagnóstico, asegurando que las mejoras propuestas se dirijan a resolver los cuellos de botella más relevantes para la productividad.

#### 4.3 Planificar (Plan)

La fase de planificación constituye el pilar fundamental del ciclo PDCA, ya que en ella se establecen las condiciones necesarias para asegurar que la propuesta de mejora responda de manera efectiva a las problemáticas diagnosticadas en el capítulo anterior. El foco principal se centra en tres aspectos de criticidad alta: los altos tiempos de manipulación manual que generan detenciones de línea y capacidad ociosa; los riesgos de accidente derivados del tránsito de grúas horquilla en áreas productivas compartidas; y las mermas o daños en el producto final durante el traslado y almacenamiento. Estos tres factores, identificados mediante la aplicación de herramientas como el diagrama de Ishikawa y la matriz de criticidad, constituyen la base sobre la cual se diseña la propuesta de mejora.

En esta etapa, se desarrollará un modelamiento detallado de los procesos actuales mediante la herramienta Bizagi, lo que permitirá representar gráficamente el flujo desde el momento en que las cajas salen de la línea de embotellado hasta su llegada a la bodega de producto terminado. Este modelamiento facilitará la identificación de cuellos de botella, actividades redundantes y zonas de riesgo operacional, así como la validación de estas

observaciones junto con los actores claves del proceso: operarios de final de línea, encargados de logística interna y supervisores de producción. La participación activa de los trabajadores resulta esencial, dado que son ellos quienes enfrentan diariamente las limitaciones del proceso y pueden aportar información valiosa sobre las causas raíz de las ineficiencias.

De manera complementaria, se definirá una línea base de indicadores (KPI) que permitirá evaluar posteriormente la efectividad de las mejoras. Entre estos indicadores destacan: tiempo promedio de paletizado manual, cantidad de detenciones de línea por acumulación de cajas, número de eventos de cruce entre grúas y peatones, y porcentaje de reclamos asociados a daños en embalaje. Estos parámetros servirán como referencia objetiva para medir el impacto de la solución propuesta y asegurar que las acciones posteriores se orienten hacia resultados tangibles en productividad, seguridad y calidad.

Finalmente, la planificación establece un plan de acción estructurado en tres etapas:

- Etapa 1: Obras civiles y habilitación de infraestructura, necesarias para la instalación de nuevos equipos.
- Etapa 2: Automatización del paletizado y enfardado, mediante la incorporación de maquinaria especializada y la reorganización del layout.
- Etapa 3: Optimización del flujo y reducción de riesgos, mediante medidas de seguridad y estandarización operativa.

Se establecerán los siguientes indicadores una vez implementada la mejora, para realizar el seguimiento y control de la eficacia de lo implementado.

Nombre del indicador	Definición	Fórmula	Meta	Unidad	Fuente de datos	Responsable	Frecuencia
Cumplimiento de producción por hora	Porcentaje de cajas efectivas respecto del plan horario de la línea.	$\frac{\text{Cajas efectivas por hora}}{1.000 \text{ cajas por hora}} \times 100$	100 % (mínimo aceptable 99,5 %)	%	Conteo de salida del final de línea / registro de producción	Jefe de Producción	Horaria y cierre de turno
Palets por turno	Cantidad de palets terminados enviados a bodega en el turno.	$\text{Cantidad de pallets entregados por turno} \geq 95$	$\geq 95$	palets por turno	Registro de bodega y despacho	Jefe de Producción	Cierre de turno
Disponibilidad del sistema de final de línea	Proporción del tiempo del turno en que paletizador y enfardadora estuvieron operativos.	$\frac{\text{Horas de turno} - \text{horas de indisponibilidad}}{\text{horas de turno}} \times 100$	$\geq 95\%$	%	Bitácora de detenciones del final de línea	Jefe de Mantención	Diaria (resumen mensual)
Merma en final de línea	Porcentaje de unidades dañadas durante paletizado y enfardado respecto de la producción del día.	$\frac{\text{Unidades dañadas en el día}}{\text{Unidades producidas en el día}} \times 100$	$\leq 2\%$	%	Registro de no conformidades y reprocesos	Control de Calidad	Diaria
Ingreso por capacidad ociosa recuperada	Valorización del aumento de conversión atribuido a la automatización.	(Producción total mensual unidades – Producción promedio mensual (Jul-2023 a Jun-2025)) * \$12.000	Mensual: 26.760.000;	pesos chilenos	Ventas y despacho de producto terminado	Administración y Finanzas / Producción	Mensual

Tabla 8 Indicadores KPI para medir el desempeño de la Mejora

#### 4.4 Hacer (Do)

La etapa de ejecución corresponde al momento en que la propuesta de mejora transita desde el ámbito conceptual hacia la práctica, materializándose en la implementación de soluciones tecnológicas, logísticas y operacionales. En el caso de Viña Requingua, esta fase contempla acciones concretas orientadas a optimizar el proceso de final de línea, con especial énfasis en el paletizado, enfardado y traslado de pallets hacia la bodega de productos terminados.

La incorporación de un robot paletizador constituye la primera medida, la cual elimina la dependencia del trabajo manual de los operarios en una tarea de alta repetitividad y exigencia física. Este equipo permite estandarizar la configuración de pallets, reducir tiempos de ciclo y liberar capacidad productiva actualmente perdida por detenciones.

Robot Paletizador   Modelo RPL-1111   Marca Premier Tech	
	<b>Velocidad</b>
	Hasta 20 unidades por minuto*
<b>Dimensiones</b>	635 cm de largo x 417 cm de ancho x 366 cm de alto (250" x 164" x 144")
<b>Transportadores de alimentación</b>	1
<b>Posiciones de apilado</b>	1
<b>Carga de palé completo</b>	Hasta 1828 mm (72") con capa de 1000 x 1200 mm (40" x 48")
<b>Temperatura de operación</b>	5 °C a 40°C (41°F a 104°F)
<b>Requisitos eléctricos</b>	460 V / Trifásica / 60 Hz (otros voltajes disponibles)
<b>Identificación en Layout Planta</b>	RPL-1111

En paralelo, la implementación de una enfardadora automática garantiza un embalaje uniforme y seguro, reduciendo la probabilidad de reclamos por daños en el producto.

Enfardador automático   Modelo Q-Automatic   Marca Premier Tech	
	<b>Velocidad</b> Hasta 20 unidades por minuto*
<b>Dimensiones</b>	635 cm de largo x 417 cm de ancho x 366 cm de alto (250" x 164" x 144")
<b>Transportadores de alimentación</b>	1
<b>Posiciones de apilado</b>	1
<b>Carga de palé completo</b>	Hasta 1828 mm (72") con capa de 1000 x 1200 mm (40" x 48")
<b>Temperatura de operación</b>	5 °C a 40°C (41°F a 104°F)
<b>Requisitos eléctricos</b>	460 V / Trifásica / 60 Hz (otros voltajes disponibles)

Ambas máquinas se integran mediante un sistema de cintas transportadoras, que conecta directamente la línea de embotellado con la zona de enfardado y almacenamiento, eliminando recorridos innecesarios y disminuyendo la manipulación múltiple del producto.

Cinta transportadora   Modelo Curve Roller Conveyor   Marca Wayzim	
	<b>Velocidad</b> Desde 15 hasta 80 metros/min
<b>Alto</b>	>= 500 mm
<b>Ancho</b>	Personalizado
<b>Carga máxima</b>	50 kilogramos
<b>Modo control</b>	Rodillo motorizado
<b>Ángulos de curva</b>	30° / 45° / 60° / 90°
<b>Ruido (dB (A))</b>	<72
<b>Identificación en Layout Planta</b>	CINTA

Enfardador automático   Modelo Tote Roller Conveyor   Marca Wayzim	
	<b>Velocidad</b> Desde 15 hasta 80 metros/min
<b>Alto</b>	>= 250 mm
<b>Ancho</b>	Personalizado

	<b>Carga máxima</b>	50 kilogramos
	<b>Modo control</b>	Rodillo motorizado
	<b>Ángulos de curva</b>	0°
	<b>Ruido (dB (A))</b>	<72
	<b>Identificación en Layout</b>	CINTA
	<b>Planta</b>	

Adicionalmente, el rediseño del layout de la planta se plantea como un elemento central de la ejecución. La reorganización de espacios busca segregar los flujos de grúas horquilla de las áreas de tránsito peatonal y productivo, reduciendo la probabilidad de accidentes y mejorando la fluidez logística. Este rediseño se validará inicialmente en entornos simulados, lo que permitirá realizar ajustes antes de su implementación física, asegurando que las nuevas configuraciones respondan a criterios de eficiencia, seguridad y ergonomía.

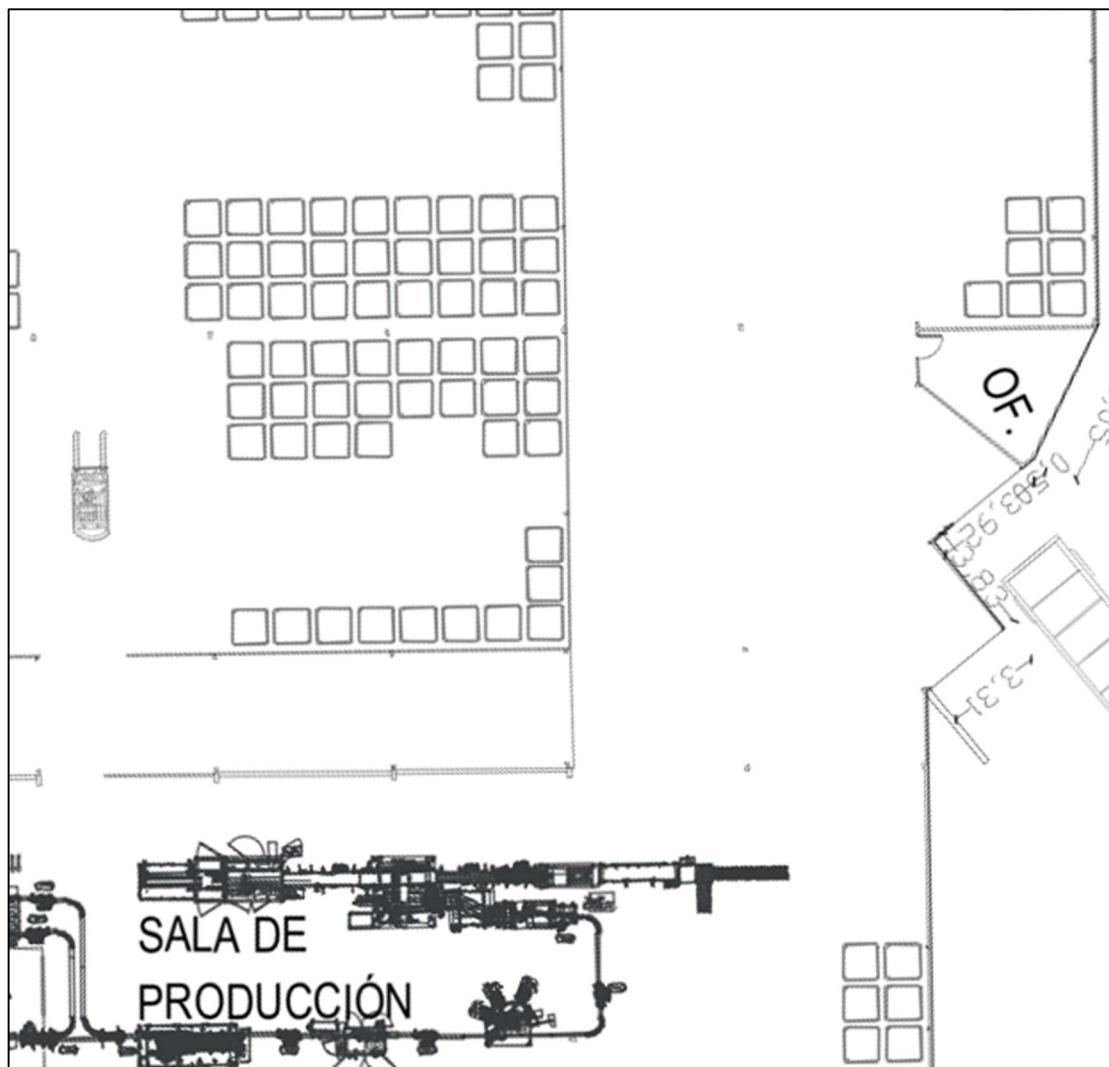


Ilustración 14 Extracto layout planta Viña Requingua antes de la modificación

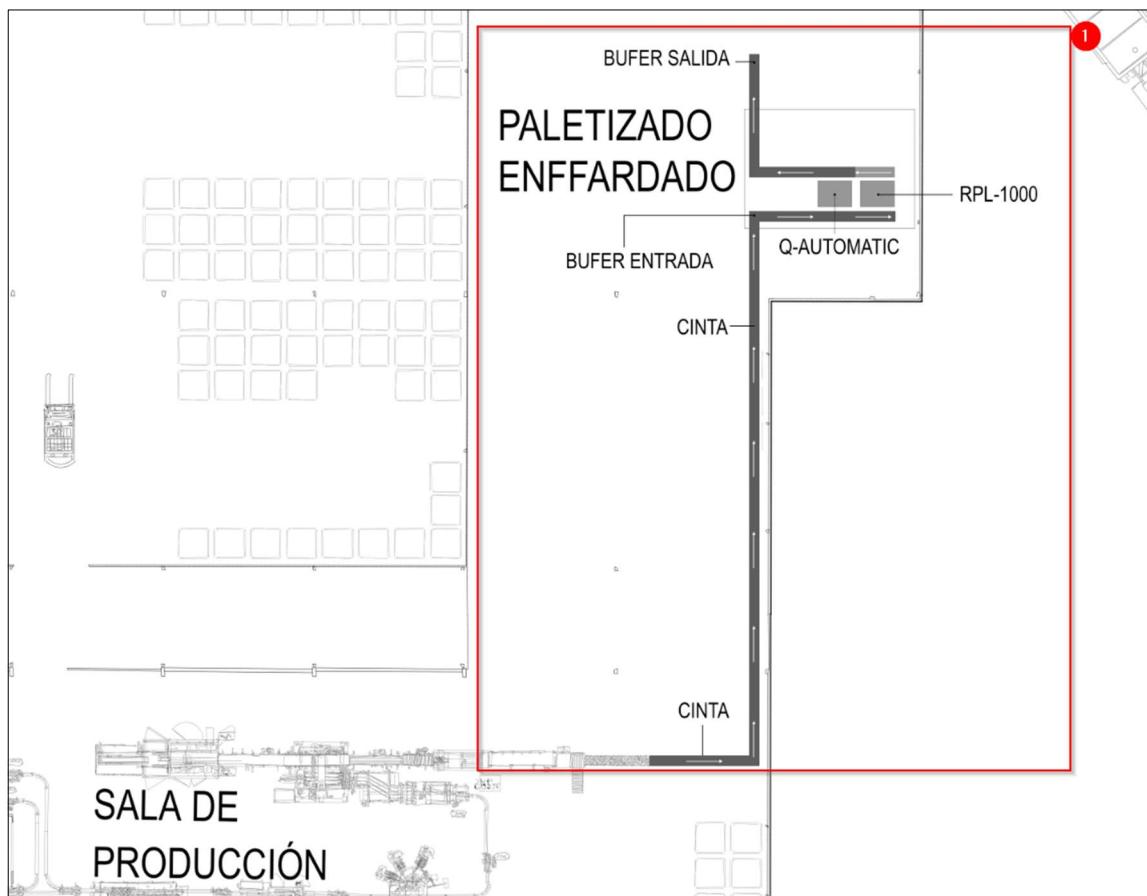


Ilustración 15 Extracto layout planta Viña Requingua después de la modificación

La ejecución se organizará en fases con un cronograma definido en Carta Gantt, lo que permitirá supervisar el avance de cada actividad crítica: obras civiles, instalación eléctrica, montaje de equipos, medidas de seguridad y reorganización física de planta.

Se estima que las obras necesarias para la implementación de la mejora tendrán una duración de cinco semanas, para ello se ha dispuesto de una Carta Gantt para el seguimiento de los trabajos planificados.

CÓDIGO EDT	TAREA TÍTULO	DURACIÓN EN DÍAS	Semana 1							Semana 2							Semana 3							Semana 4							Semana 5						
			L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
1.1.2	Mejora de final de línea																																				
1.1.2.1	Obra gruesa																																				
1.1.2.1.1	Radier para instalación de maquinaria	7																																			
1.1.2.1.2	Anclaje cintas transportadoras	5																																			
1.1.2.1.3	Cercos perimetral	1																																			
1.1.2.2	Obras eléctricas																																				
1.1.2.2.1	Instalación eléctrica maquinarias	4																																			
1.1.2.2.2	Instalación de luminaria	4																																			
1.1.2.3	Instalación de maquinarias																																				
1.1.2.3.1	Instalación RPL-1111	2																																			
1.1.2.3.2	Instalación Q-Automatic	2																																			
1.1.2.3.3	Instalación - Cintas	2																																			
1.1.2.4	Seguridad y prevención																																				
1.1.2.4.1	Instalación de señaléticas	2																																			
1.1.2.4.2	Pintura piso	3																																			
1.1.2.4.3	Instalación de extintores	2																																			
1.1.2.4	Marcha Blanca																																				
1.1.2.4.1	Pruebas de sistema	2																																			
1.1.2.4.2	Simulación de fallas	2																																			

Ilustración 16 Carta Gantt Implementación física de la mejora

La fase de ejecución también considera un componente formativo, ya que resulta indispensable capacitar al personal en el uso de los nuevos equipos automáticos y en la adopción de procedimientos de trabajo adaptados al nuevo contexto operativo.

Nombre Capacitación	Personal objetivo	Duración
Riesgos de automatización final de línea	Personal de producción embotelladora, personal de logística.	1 hora
Capacitación de arranque y detenciones de emergencia	Personal de producción embotelladora, personal de logística.	2 horas
Capacitación de operación planta automática	Supervisor producción, operadores de producción.	2 horas

*Tabla 9 Capacitaciones necesarias para lograr el éxito de la mejora*

La capacitación se orientará tanto a los trabajadores de línea como al personal encargado del manejo de pallets y logística interna, con el objetivo de garantizar que todos los actores comprendan los cambios implementados y se apropien de las buenas prácticas necesarias para asegurar la continuidad operacional. Asimismo, se fomentará una cultura de retroalimentación constante, de modo que las observaciones recogidas durante la fase de ejecución sirvan como insumo para la etapa de verificación.

Con esto el nuevo flujo de final de línea queda completamente automatizado disponiendo los pallets enfardados listos para ser almacenados, a continuación, se muestra el nuevo flujo modelado en bizagi:

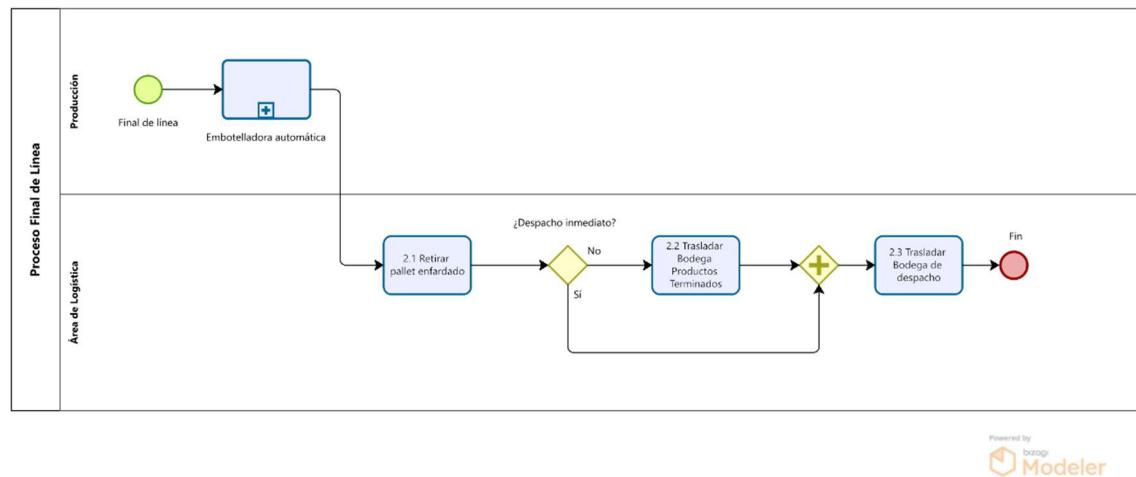


Ilustración 17 Nuevo flujo de Proceso final de línea

Este considera un Subproceso en el cual se considera la Implementación del proyecto de mejora que consiste en la automatización del traslado desde final de línea, pasando por paletizado automático, enfardado automático y la disposición del palet en el buffer de salida para ser retirado por personal de almacén:

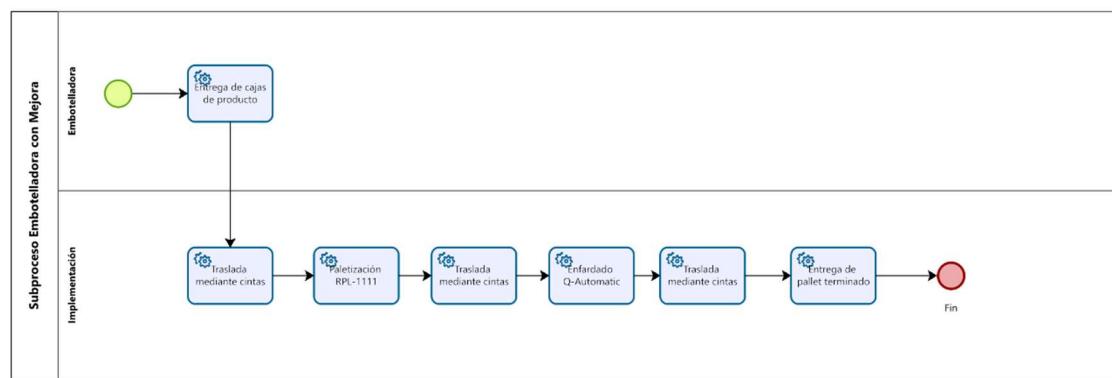


Ilustración 18 Subproceso Embotelladora con Mejora

Con estas mejoras la capacidad de planta llegaría a las 6.000 botellas horas, es decir, 4.000 cajas de vino diarias, con esto, eliminamos las detenciones de planta por intervención humana, reducimos el daño por manipulación al producto final y disminuimos el riesgo de atropello.

Se realiza la simulación en software Simio para la implementación de la mejora propuesta confirma que el sistema procesa 8.000 cajas por turno y alcanza una salida de 95 palets, respetando el estándar vigente de 84 cajas por palet utilizado por Viña Requingua. Considerando el precio de venta promedio informado por la empresa de \$12.000 por botella (6 botellas por caja), la producción adicional asociada a la automatización se traduce en un ingreso estimado de \$26.760.000 mensuales y \$321.552.000 anuales. Estas cifras corresponden a la recuperación de la capacidad ociosa que hoy no se convierte en producto terminado debido a la problemática del final de línea manual; con la automatización, ese tramo deja de restringir el flujo y el plan de producción se transforma efectivamente en palets terminados enviados a bodega.

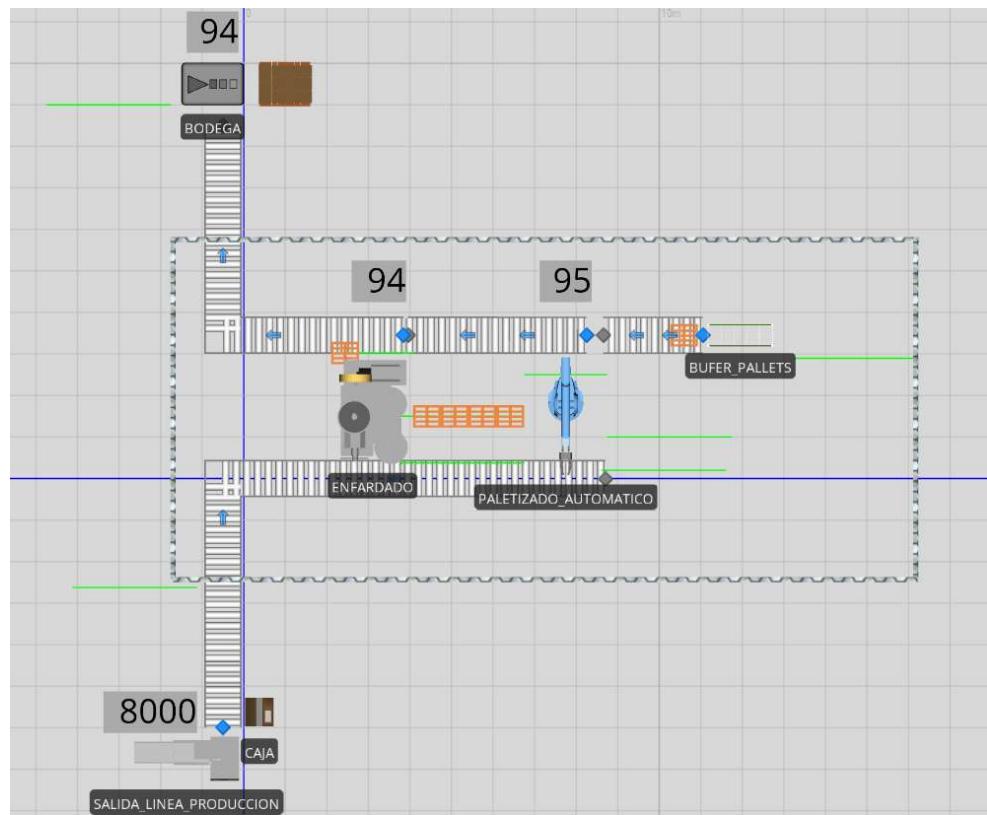


Ilustración 19 Modelamiento de proyecto Simio 2D

En síntesis, la etapa de Hacer busca transformar en acciones concretas las propuestas definidas en la planificación, abordando la instalación y puesta en marcha de equipos, la reorganización del layout, la capacitación del personal y la generación de un entorno controlado que permita observar de manera directa el impacto de las medidas introducidas.

## **4.5      Verificar (Check)**

Después de ejecutados los cambios planificados, se debe comprobar si los resultados cumplen con la expectativa del proyecto y si los nuevos procesos son capaces de generar mejoras en los puntos críticos identificados. La verificación se realizará con indicadores simples y medibles que reflejan productividad, disponibilidad y calidad del final de línea automatizado.

### ***4.5.1 Cumplimiento de producción por hora***

Este indicador verifica que la salida efectiva de la línea iguale el plan horario establecido (1.000 cajas por hora), usando el conteo real de cajas a la salida del final de línea. Permite detectar desviaciones tempranas por falta de alimentación, microparadas o desajustes de ritmo entre embotellado y paletizado.

$$\text{Cumplimiento por hora (\%)} = \frac{\text{Cajas efectivas por hora}}{1.000 \text{ cajas por hora}} \times 100$$

### ***4.5.2 Palets por turno***

Mide la cantidad de palets terminados y enviados a bodega durante el turno. Resume, en una sola cifra, la conversión del plan de cajas en palets listos para despacho y facilita la comparación diaria contra el valor de referencia obtenido en la simulación.

$$\text{Cantidad de pallets entregados por turno} \geq 95$$

#### **4.5.3 Disponibilidad del sistema de final de línea**

Cuantifica la proporción del tiempo de turno en que el sistema de paletizado y enfardado estuvo en condiciones de operar. Considera como tiempo indisponible las detenciones por falla, ajuste o cambio de insumo que impiden procesar cajas; su control asegura estabilidad operativa y continuidad del flujo.

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Horas de turno} - \text{horas de indisponibilidad}}{\text{horas de turno}} \times 100$$

#### **4.5.4 Merma en final de línea**

Estima el porcentaje de unidades dañadas durante paletizado y enfardado respecto de la producción del día. Su seguimiento confirma que la automatización reduce pérdidas por golpes, mala estiba o filmado deficiente y que las mejoras se sostienen en el tiempo.

$$\text{Merma (\%)} = \frac{\text{Unidades dañadas en el día}}{\text{Unidades producidas en el día}} \times 100$$

## 4.6 Actuar (Act)

La fase Actuar tiene como objetivo consolidar las mejoras implementadas en la etapa anterior (Hacer y Verificar). Una vez que se ha comprobado la efectividad del nuevo sistema automatizado (robot paletizador, enfardadora automática y layout optimizado) en la reducción de los problemas críticos (Criticidad 25 y 20), se procede a la estandarización para garantizar que los beneficios sean permanentes.

### 4.6.1 Validación Cuantitativa de la Mitigación de Riesgos

La validación del proyecto se realiza al recalcular la Criticidad de los tres problemas principales que motivaron la propuesta, asumiendo la implementación exitosa de la solución. El análisis de Criticidad Post-Implementación debe demostrar que los riesgos han migrado de un Nivel Alto (A) a un Nivel Bajo (B), que es un riesgo aceptable y tolerable para la organización.

#### 4.6.1.1 Problema 1: Altos tiempos de manipulación manual

El análisis confirma que la automatización eliminó el cuello de botella causado por el factor humano, transformando un problema de rendimiento constante en un riesgo residual de fallas de máquina.

#### Situación anterior:

		Problema					Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	Nivel
		Altos Tiempos de Manipulación y Detenciones					5	4	20	Alto
FRECUENCIA	5			20			Niveles de Criticidad			
	4						B	Criticidad Baja		
	3						M	Criticidad Media		
	2						A	Criticidad Alta		
	1									
		1	2	3	4	5	CONSECUENCIA			

### Situación actual:

Problema					Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	Nivel
Altos Tiempos de Manipulación y Detenciones					1	2	2	Bajo
FRECUENCIA	5	Yellow	Yellow	Red	Red	Red		
	4	Yellow	Yellow	Red	Red	Red		
	3	Green	Yellow	Yellow	Red	Red		
	2	Green	Green	Yellow	Yellow	Red		
	1	Green	2	Green	Yellow	Red		
	1	2	3	4	5			
CONSECUENCIA								

### **Justificación del Cambio:**

- Frecuencia (F: 5 → 1): La causa constante (fatiga y variabilidad humana) se elimina. La Frecuencia se reduce a Rara (1), limitada solo a fallas esporádicas del robot, no cíclicas.
- Consecuencia (C: 4 → 2): El impacto de una detención pasa de Crítico (4) (por incapacidad de sostener el ritmo) a Moderado (2), limitado al tiempo de stop y reinicio de la automatización.

**4.6.1.2 Problema 2: 2. Riesgos de accidente por tránsito de grúas horquilla**

Este análisis es el más crítico, pues demuestra que la solución mitigó un riesgo de seguridad de máxima gravedad, cumpliendo con la obligación legal y ética de la empresa.

**Situación anterior:**

Problema					Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	Nivel
Vulnerabilidad Operacional y de Calidad					4	5	20	Alto
FRECUENCIA	5							
	4							
	3							
	2							
	1							
	1	2	3	4	5			
CONSECUENCIA								
					Niveles de Criticidad			
					B	Criticidad Baja		
					M	Criticidad Media		
					A	Criticidad Alta		

**Situación actual:**

Problema					Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	Nivel
Vulnerabilidad Operacional y de Calidad					1	1	1	Bajo
FRECUENCIA	5							
	4							
	3							
	2							
	1	1						
	1	2	3	4	5			
CONSECUENCIA					Niveles de Criticidad			
					B	Criticidad Baja		
					M	Criticidad Media		
					A	Criticidad Alta		

### **Justificación del Cambio:**

- Frecuencia (F: 4 → 1): El rediseño del *layout* y la instalación de cintas transportadoras elimina el tránsito recurrente de grúas en zonas peatonales, migrando la frecuencia de Muy Frecuente (4) a Rara (1).
- Consecuencia (C: 5 → 1): El riesgo de accidente pasa de Catastrófico (5) (colisión grúa/peatón) a Bajo (1), ya que los flujos han sido segregados y las estibas son ahora estables (calidad mejorada), mitigando la posibilidad de mermas por inestabilidad.

#### *4.6.1.3 Problema 3: Posibles mermas o daños en producto final*

La corrección de este problema estructural es la base que sostiene la mitigación de los Problemas 1 y 2.

### **Situación anterior:**

Problema						Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	Nivel
Espacio no Optimizado y Flujo Ineficiente						5	5	25	Alto
FRECUENCIA	5					25		Niveles de Criticidad	
	4							B	Criticidad Baja
	3							M	Criticidad Media
	2							A	Criticidad Alta
	1								
CONSECUENCIA						1	2	3	4

**Situación actual:**

Problema					Frecuencia	Consecuencia	Criticidad	Nivel
Espacio no Optimizado y Flujo Ineficiente					1	1	1	Bajo
FRECUENCIA	5							
	4							
	3							
	2							
	1	1						
		1	2	3	4	5		
CONSECUENCIA								
					Niveles de Criticidad			
					B	Criticidad Baja		
					M	Criticidad Media		
					A	Criticidad Alta		

**Justificación del Cambio:**

- Frecuencia y Consecuencia (F: 5 → 1; C: 3 → 1): Al ser un problema de diseño fijo (F=5), la implementación de un *layout* continuo y la reubicación de equipos resuelve la causa de forma permanente. La ineficiencia estructural se vuelve Rara (1) y de Impacto Mínimo (1).

## **4.6.2 Estandarización de Procesos y Sostenibilidad de la Mejora**

La migración a Criticidad Baja solo es sostenible si los nuevos métodos de trabajo se formalizan. Esta sección detalla cómo la organización fijará la nueva "normalidad" operativa.

### *4.6.2.1 Procedimientos operativos estandarizados (SOP)*

Se generarán SOP para cada una de las tareas relacionadas con las mejoras:

ID SOP	DESCRIPCIÓN
SOP-01	Chequeo de Seguridad y Puesta en Marcha/Apagado de la Línea Automatizada
SOP-02	Gestión de fallas e incidencias: Parada segura, diagnóstico, corrección y reinicio

*Tabla 10 SOP creados para la implementación*

#### **4.6.2.2 SOP-01: Chequeo de seguridad y puesta en marcha/apagado de la Línea Automatizada**

**TÍTULO** Chequeo de seguridad y puesta en marcha/apagado de la Línea Automatizada

**NÚMERO** SOP-01

**VERSIÓN** 1.0

**FECHA DE EMISIÓN** DD/MM/YYYY

**FECHA DE REVISIÓN** DD/MM/YYYY

**ELABORADO POR** [Nombre y cargo de la persona responsable de la elaboración]

**APROBADO POR** [Nombre y cargo de la persona responsable de la aprobación]

#### **1. OBJETIVO**

Estandarizar el procedimiento de inspección de seguridad y la correcta secuencia de encendido y apagado de la nueva línea automatizada, compuesta por cintas transportadoras, robot palletizador y enfardadora automática. Este procedimiento busca garantizar la seguridad de los operarios, la disponibilidad de insumos y el correcto funcionamiento de los equipos antes, durante y después de cada turno.

#### **2. RECURSOS NECESARIOS**

- Elementos de Protección Personal (EPP): casco, lentes de seguridad, guantes de protección, zapatos de seguridad.
- Checklists impresos o digitales de inspección de línea.
- Rollos de film plástico para enfardadora.
- Pallets disponibles en el buffer de entrada.
- Sistema de control de encendido/apagado autorizado.

### 3. PROCEDIMIENTO - CHECKLIST

Descripción de la acción	Responsable	Verificación
Verificar uso de EPP completo por parte de todos los operarios.	Supervisor Turno	<input type="checkbox"/>
Inspeccionar que no existan elementos extraños o bloqueos en cintas, rodillos, robot o enfardadora.	Operario Línea	<input type="checkbox"/>
Confirmar que las áreas de seguridad estén libres de personas ajenas a la operación.	Supervisor Turno	<input type="checkbox"/>
Revisar que el buffer de pallets esté abastecido para el inicio del turno.	Operario Logística	<input type="checkbox"/>
Verificar que la enfardadora cuente con rollos de plástico suficientes para el turno.	Operario Línea	<input type="checkbox"/>
Encender el sistema eléctrico principal de la línea.	Supervisor Turno	<input type="checkbox"/>
Encender las cintas transportadoras y comprobar movimiento correcto de rodillos y bandas.	Operario Línea	<input type="checkbox"/>
Encender el robot palletizador y verificar inicio de rutina de calibración o "home position".	Técnico Automatización	<input type="checkbox"/>
Encender la enfardadora automática y comprobar correcto funcionamiento del ciclo de prueba.	Operario Línea	<input type="checkbox"/>
Confirmar que toda la línea esté operativa antes de iniciar la producción.	Supervisor Turno	<input type="checkbox"/>
Al finalizar el turno: apagar enfardadora, robot palletizador, cintas transportadoras, y finalmente sistema eléctrico principal.	Supervisor Turno	<input type="checkbox"/>
Registrar en checklist el cumplimiento del procedimiento y observaciones.	Supervisor Turno	<input type="checkbox"/>

#### 4. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Línea encendida/apagada en el orden correcto.
- No presencia de obstrucciones o condiciones inseguras.
- Disponibilidad de insumos (pallets y rollos de plástico).
- Confirmación por parte del supervisor de que la línea está lista para operar.

#### 5. DOCUMENTACIÓN Y REGISTROS

- Checklist de verificación diaria firmado por supervisor y operarios.
- Registro en sistema digital (si aplica) con hora de encendido y apagado.
- Reporte de incidencias en bitácora de turno.

#### 6. REVISIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

El procedimiento debe revisarse anualmente o cuando se incorporen cambios en la maquinaria o en los protocolos de seguridad. Responsable: Jefe de Producción.

#### 7. HISTORIAL DE REVISIONES

Para llevar un control de los cambios realizados en este POE, utiliza la tabla a continuación. Registra la fecha, qué se modificó y quién hizo la actualización. Esto facilita el seguimiento de la evolución del procedimiento.

Versión	Fecha	Descripción de los cambios	Responsable
1.0	dd/mm/aaaa	Creación del procedimiento inicial	[Nombre/Cargo]

#### 8. FIRMAS

Elaborado

[Nombre] - [Cargo]

Fecha: dd/mm/aaaa

por

Aprobado

por

[Nombre] - [Cargo]

Fecha: dd/mm/aaaa

Firma:

Firma:

#### *4.6.2.3 SOP-02: Gestión de fallas e incidencias: Parada segura, diagnóstico, corrección y reinicio*

<b>TÍTULO</b>	Gestión de fallas e incidencias: Parada segura, diagnóstico, corrección y reinicio
<b>NÚMERO</b>	SOP-02
<b>VERSIÓN</b>	1.0
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	DD/MM/YYYY
<b>FECHA DE REVISIÓN</b>	DD/MM/YYYY
<b>ELABORADO POR</b>	[Nombre y cargo de la persona responsable de la elaboración]
<b>APROBADO POR</b>	[Nombre y cargo de la persona responsable de la aprobación]

#### **1. OBJETIVO**

Estandarizar las acciones ante la detección de una falla o incidencia en la línea automatizada (cintas transportadoras, robot palletizador y enfardadora automática), priorizando la seguridad de las personas, la protección de los equipos e insumos y la rápida recuperación del servicio. Aplica desde la detección del evento hasta el reinicio seguro.

#### **2. RECURSOS NECESARIOS**

- EPP: casco, lentes, guantes de protección y zapatos de seguridad.
- Acceso a botones de paro de emergencia y HMI de los equipos.
- Candados y tarjetas para Bloqueo/Etiquetado (LOTO).
- Herramientas de alcance (gancho/varilla) para despeje de obstrucciones sin ingresar manos.
- Radio o medio de comunicación interna.
- Manuales de operación y contactos de soporte del fabricante (OEM).
- Bitácora de incidentes y checklist de reinicio (ver SOP-01).

### 3. PROCEDIMIENTO - CHECKLIST

Ítem	Descripción de la acción	Responsable	Verificación
1	Detectar la falla/incidencia y <b>anunciar por radio</b> : “Parada de línea en curso”.	Operario de línea / Cualquier testigo	<input type="checkbox"/>
2	Ejecutar PARO SEGURO: pulsar paro del equipo afectado o <b>paro de emergencia</b> de la línea.	Operario de línea	<input type="checkbox"/>
3	Asegurar el área: impedir acceso de personal no autorizado; esperar <b>cese total de movimiento</b> .	Supervisor de turno	<input type="checkbox"/>
4	Si se requiere intervenir zona de riesgo, <b>aplicar LOTO</b> en el equipo correspondiente.	Técnico de mantenimiento / Supervisor	<input type="checkbox"/>
5	Inspección visual sin exponerse: identificar si es obstrucción simple (p. ej., caja atravesada) o falla mayor (eléctrica/mecánica/robot).	Operario / Técnico de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
6	Clasificar la falla: <b>LEVE</b> (obstrucción/ajuste ≤5 min) o <b>MAYOR</b> (robot/PLC/sensores; eléctrica/neumática; daños; fuga de aceite; humo/ruido anormal).	Supervisor de turno	<input type="checkbox"/>
7	Falla LEVE: despejar obstrucción con herramienta de alcance; <b>no introducir manos entre rodillos/bandas</b> .	Operario de línea	<input type="checkbox"/>
8	Si hubo LOTO, <b>verificar y retirar</b> conforme al procedimiento antes del restablecimiento.	Técnico de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
9	Resetear alarmas en HMI y realizar <b>prueba en vacío</b> del tramo afectado (sin producto).	Operario / Técnico de automatización	<input type="checkbox"/>

10	Reiniciar la línea siguiendo <b>SOP-01</b> (secuencia de encendido) y validar flujo normal de cajas.	Supervisor de turno	<input type="checkbox"/>
11	Notificar incidente leve resuelto al <b>Jefe de Producción</b> y registrar en bitácora/sistema.	Supervisor de turno	<input type="checkbox"/>
12	Falla MAYOR: mantener línea detenida y <b>notificar de inmediato</b> a <b>Jefe de Producción, Jefe de Mantención y Prevencionista de Riesgos</b> .	Supervisor de turno	<input type="checkbox"/>
13	Diagnóstico técnico: evaluación por Mantención e <b>Ingeniero Electrónico</b> ; definir mitigación/contención y plan de corrección.	Jefe de Mantención / Ing. Electrónico	<input type="checkbox"/>
14	Si no es resoluble localmente o compromete seguridad/garantía, <b>contactar soporte del fabricante (OEM)</b> .	Jefe de Mantención	<input type="checkbox"/>
15	Tras corrección: <b>prueba en vacío</b> y luego con producto controlado (1-3 pallets), con <b>monitoreo 10-15 min.</b>	Técnico de automatización / Supervisor turno	<input type="checkbox"/>
16	Autorizar reinicio de producción y <b>cerrar incidente</b> en el sistema con causas y acciones realizadas.	Jefe de Producción / Jefe de Mantención	<input type="checkbox"/>

#### Matriz de escalamiento y notificaciones

Tipo de falla	Criterios	Notificaciones	Tiempo objetivo
Leve	Obstrucción simple, ajuste menor; sin daños ni riesgos; solución ≤5 min.	Supervisor de turno → Jefe de Producción (informe breve).	Detener inmediato; resolver ≤5 min; registrar.

Mayor	Robot/PLC/sensores; eléctrica/neumática; daños, fuga, humo, ruido; repetitiva.	Inmediato: Jefe de Producción, Jefe de Mantención, Prevencionista de Riesgos.	Detener inmediato; evaluación ≤15 min; decisión mitigar/escalar ≤30 min.
Externa/OEM	Requiere soporte del fabricante o repuestos críticos.	Jefe de Mantención → OEM/Proveedor; informar Gerencia si aplica.	Contacto ≤30 min; plan y ETA documentados.

#### 4. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Parada segura ejecutada oportunamente sin incidentes personales.
- Causa identificada y mitigada/corregida; sin alarmas persistentes en HMI.
- Prueba en vacío y con producto controlado conforme.
- Notificaciones y registros completados según matriz de escalamiento.
- Reinicio realizado siguiendo SOP-01 y flujo estable durante el monitoreo inicial.

#### 5. DOCUMENTACIÓN Y REGISTROS

- Bitácora de turno: hora de detección, hora de parada, descripción del evento.
- Registro en sistema (CMMS/planilla): causa preliminar, acciones, responsables, tiempos de detención.
- Fotografías/capturas de HMI (si aplica).
- N° de ticket/orden de trabajo y estado.
- Notificaciones realizadas (quién, cuándo y medio).

#### 6. REVISIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

Revisión semestral o después de una incidencia significativa o cambio técnico. Responsable: Jefe de Producción en conjunto con Jefe de Mantención y Prevencionista de Riesgos.

#### 7. HISTORIAL DE REVISIONES

Para llevar un control de los cambios realizados en este POE, utiliza la tabla a continuación. Registra la fecha, qué se modificó y quién hizo la actualización. Esto facilita el seguimiento de la evolución del procedimiento.

Versión	Fecha	Descripción de los cambios	Responsable
1.0	dd/mm/aaaa	Creación del procedimiento inicial	[Nombre/Cargo]

## 8. FIRMAS

Elaborado

[Nombre] - [Cargo]

Fecha: dd/mm/aaaa

por Aprobado

[Nombre] - [Cargo]

Fecha: dd/mm/aaaa

Firma:

Firma:

por

#### *4.6.2.4 Capacitación del personal*

Junto con los SOP generados se debe generar un programa de capacitación sobre el nuevo proceso desde final de línea hasta el almacenaje en bodega, para ello, se debe generar un cronograma de capacitaciones e involucrar la adherencia de los nuevos procedimientos desde el nivel táctico hasta el operativo.

#### *4.6.2.5 Auditorías y controles de calidad*

- Dentro del proceso actual de auditoría interna se deben adicionar auditorias para verificar el cumplimiento de los SOP para los nuevos procesos.
- Revisión trimestral de KPIs para validar que se mantienen las mejoras en tiempos, mermas y eficiencia.
- Auditorías 5S en la zona de final de línea y bodega para asegurar orden, limpieza y organización.

## 5 CAPÍTULO 5: ANÁLISIS COSTOS-BENEFICIO

### 5.1 Análisis de costos de la propuesta

#### 5.1.1 Costo de equipos

Para la implementación de la mejora de automatización es de vital importancia considerar los costos totales de los equipos o maquinarias que se utilizarán en el proyecto. Para ello se cotizó la maquinaria necesaria con los proveedores Premier Tech para la paletizadora automatizada, Cam Industrial para la enfardadora automática de línea y Wayzim para las cintas transportadoras motorizadas.

Costo Equipos			
Item	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
RPL-1111	1	\$150.000.000	\$150.000.000
Q-Automatic	2	\$40.000.000	\$80.000.000
Roller motorizado	100	\$188.000	\$18.800.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$248.800.000</b>

Tabla 11 Costo de equipos o maquinarias

### **5.1.2 Costos de modificación de planta**

Se necesita generar obras físicas en planta para habilitar los espacios requeridos para el proyecto de mejora, a continuación, se detallan:

**Modificación de planta**

ITEM	Cantidad	Unitario	Total
Anclaje cintas transportadoras	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Radier para instalación de maquinaria	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Instalación eléctrica maquinarias	1	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000
Cerco perimetral	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Instalación de luminaria	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Pintura piso y señaléticas	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$13.000.000</b>

*Tabla 12 Costos de modificación de planta*

### **5.1.3 Costos de capacitación**

La nueva maquinaria requiere de capacitación, la cual debe ser recibida por el Ingeniero Electrónico en planta, está será realizada por personal de la Marca Premier Tech y se deben cubrir los costos de viajes:

**Costos de capacitación**

ITEM	Cantidad	Unitario	Total
Vuelvo	4	\$ 589.854	\$ 2.359.416
Estadía diaria	10	\$ 86.000	\$ 860.000
Viático	10	\$ 40.000	\$ 400.000
Traslados	2	\$ 65.000	\$ 130.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$3.749.416</b>

*Tabla 13 Costos de capacitación*

#### **5.1.4 Costos de entrenamiento**

Se considera realizar entrenamiento para nuevo proceso productivo derivado del Proyecto de Mejora:

**Costos de entrenamiento equipos proyecto**

ITEM	Cantidad	Unitario	Total
Capacitación personal planta	9	\$ 225.000	\$ 2.025.000
Capacitación operación incidencias y riesgos	9	\$ 225.000	\$ 2.025.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$4.050.000</b>

*Tabla 14 Costos de entrenamiento*

#### **5.1.5 Costos de la problemática**

Se analiza el costo de mantener la capacidad ociosa sin cubrir, se analizaron los costos por capacidad total de producción y utilizando la capacidad ociosa promedio mensual.

ITEM	Capacidad ociosa promedio mensual			2.233
	Costo mensual	Capacidad productiva mensual	Costo unitario mensual	Costo de no producción mensual
Mantención embotelladora con capacidad ociosa	\$3.200.000	960.000	\$ 3,33	\$ 7.444
MOD Operación embotelladora con capacidad ociosa	\$4.500.000	960.000	\$ 4,69	\$ 10.469
Consumo eléctrico embotelladora con capacidad ociosa	\$8.000.000	960.000	\$ 8,33	\$ 18.611
<b>TOTAL</b>				<b>\$36.524</b>

*Tabla 15 Costo de la problemática*

### **5.1.6 Costos de operación**

Se analiza los costos fijos asociados al proyecto de mejora, donde se incluye mano de obra, insumos y consumos eléctricos.

**Costos Operación**

<b>ITEM</b>	<b>Costo mensual</b>
Energía eléctrica proyecto automatización	\$1.700.000
Insumos de mantenimiento equipamiento	\$885.000
Técnico electrónico mantenición	\$1.200.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$3.785.000</b>

*Tabla 16 Costos de Operación*

### **5.1.7 Resumen de costos totales proyecto**

En la siguiente tabla se puede encontrar un resumen de todos los costos asociados el proyecto de implementación de la propuesta de mejora para la Viña Requingua.

**Resumen Costos**

<b>Item</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo Total</b>
Costo Equipos	\$248.800.000	Inversión	\$248.800.000
Modificación de planta	\$13.000.000	Inversión	\$13.000.000
Costo de capacitación	\$3.749.416	Inversión	\$3.749.416
Costos de entrenamiento planta	\$4.050.000	Inversión	\$4.050.000
Costo de la problemática	\$36.524	\$438.292	\$438.292
Costos Operación	\$3.785.000	\$45.420.000	\$45.420.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$315.457.708</b>

*Tabla 17 Resumen de costos totales proyecto*

\*Nota: En la columna “Costo Mensual” los items que indiquen en ella “Inversión” son costos que se efectuaran solo una vez al inicio del proyecto.

## 5.2 Análisis de beneficios o ahorros de la compañía

### 5.2.1 Beneficio ahorro mano de obra

Al implementar la mejora de automatización de final de línea se genera un beneficio por ahorro en mano de obra, esto debido a que ya no necesitaremos los dos operadores del final de línea que actualmente son los encargados de retirar las cajas de productos de la salida de la planta para estivarlas en un pallet de forma manual.

Beneficios ahorro mano de obra

Item	Cantidad	Costo	Costo Total Ahorro mensual
Operadores finales de línea	2	\$750.000	\$1.500.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$1.500.000</b>

Tabla 18 Beneficio ahorro mano de obra

### 5.2.2 Beneficio ingresos por capacidad ociosa recuperada, ahorro de la problemática.

El proyecto de mejora aplicado tendrá como resultado la manufactura de la capacidad de planta no cubierta o capacidad ociosa, esto permitirá aumentar disponibilidad de productos terminados para la venta. Actualmente el promedio de capacidad ociosa mensual son 2.233 botellas de vino, según los datos observados en *Tabla 2 Producción promedio hora mensual 2023 – 2024, página 3 de este documento*, esta cifra se multiplica por el precio de venta promedio que estima Viña Requingua que se sitúa en \$12.000 por botella, beneficiaría a la Viña con un ingreso estimado mensual de \$26.796.000.

### Beneficios por capacidad ociosa

ITEM	Capacidad promedio ociosa mensual	Venta unitaria promedio mensual	Venta Total
Venta productos terminados	2233	\$12.000	\$26.796.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$26.796.000</b>

Tabla 19 Beneficio ingresos por capacidad ociosa recuperada

### **5.2.3 Resumen de beneficios totales**

A continuación, se presenta un resumen de los beneficios y ahorros que obtendrá la empresa si se implementa la propuesta de mejora sugerida en el capítulo cuatro.

**Resumen Ahorro/Beneficios**

<b>Item</b>	<b>Ahorro/Beneficio mensual</b>	<b>Ahorro/Beneficio Total Anual</b>
Beneficio ahorro mano de obra	\$1.500.000	\$18.000.000
Beneficio por ahorro de problemática	\$26.796.000	\$321.552.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$339.552.000</b>

*Tabla 20 Resumen de beneficios totales*

## 5.3 Comparación de costos y beneficios

Se realizarán dos análisis de costos beneficios, en el primer escenario se evaluará a un año, y en el segundo escenario a dos años ya que no contará con el costo de inversión ya que se absorbe en el primer año de operación.

### 5.3.1 Escenario primer año

Se puede apreciar que el costo total de proyecto de mejora es de \$ 315.457.708, por otro lado, los ahorros o beneficio ingresados por dicha propuesta de mejora ascienden a \$ \$339.552.000.

$$(ACB) = \frac{B}{C} = \$ \frac{339.552.000}{315.457.708} = 1,08 > 1$$

Por lo tanto, como es el factor es mayor que 1, el proyecto es rentable y la ganancia neta final:

$$(GNF) = \$339.552.000 - \$315.457.708 = \$ 24.094.292 \text{ anual primer año}$$

Item	Cantidad primer año
Beneficios	\$339.552.000
Costos	\$315.457.708
<b>Beneficio total neto (\$)</b>	<b>\$24.094.292</b>

Tabla 21 Resultado Costos Beneficios Año 1

Se debe considerar que los costos de inversión son absorbidos en el primer año de operación.

### 5.3.2 Escenario para segundo año

Para este escenario se mantienen todos los ahorros y beneficios expuestos, en cuanto a los costos del proyecto, no se consideran los de tipo inversión, es decir, se excluyen Costos Equipos, Modificación de planta, Costos de capacitación, Costo entrenamiento planta:

$$(ACB) = \frac{B}{C} = \$ \frac{339.552.000}{45.858.292} = 7,40 > 1$$

Por lo tanto, como es el factor es mayor que 1, el proyecto es rentable y la ganancia neta final:

$$(GNF) = \$339.552.000 - \$45.858.292 = \$ 293.693.708 \text{ anual segundo año}$$

Item	Cantidad primer año
Beneficios	\$339.552.000
Costos	\$45.858.292
<b>Beneficio total neto (\$)</b>	<b>\$293.693.708</b>

Tabla 22 Resultado Costos Beneficios Año 2

## **6 CONCLUSIÓN**

El presente proyecto permitió diagnosticar y abordar las principales limitaciones del proceso final de línea de embotellado en Viña Requingua. A través de herramientas de análisis como SIPOC, Ishikawa, CTQ y matriz de criticidad, se evidenció que la intervención manual en el paletizado y el tránsito de grúas horquilla constituyen los factores más críticos que explican la capacidad ociosa, las detenciones no programadas, los riesgos de seguridad y las mermas de producto.

La propuesta de mejora basada en la incorporación de automatización, junto con el rediseño del layout, permite eliminar cuellos de botella, optimizar el flujo logístico y segregar las zonas de riesgo operativo. Este rediseño no solo incrementa la productividad de la planta al alinear la capacidad de la línea automática con el desempeño real, sino que también fortalece la seguridad ocupacional y la calidad del producto final.

Desde la perspectiva económico-financiera, el análisis costo-beneficio mostró que durante el primer año el resultado es ligeramente positivo, condicionado por la magnitud de la inversión inicial en maquinaria, obras civiles y capacitación del personal. Sin embargo, al proyectar el horizonte de dos años, el proyecto logra una consolidación del retorno, generando beneficios sostenibles por la reducción de mano de obra directa, la recuperación de capacidad ociosa y la disminución de pérdidas por mermas y reclamos de clientes.

En consecuencia, se concluye que la automatización del final de línea es una inversión estratégica y viable, que permitirá a Viña Requingua aprovechar plenamente su capacidad instalada, aumentar su competitividad, reducir riesgos operacionales y asegurar la continuidad del negocio en el mediano plazo.

## **7 BIBLIOGRAFÍA**

### **PDCA / Ciclo de Deming**

- Deming, W. E. (1986). Out of the crisis. MIT Press.
- Moen, R., & Norman, C. (2009). Evolution of the PDCA cycle. American Society for Quality, 59(1), 37–40.

### **Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)**

- Ishikawa, K. (1986). Guide to quality control (2nd ed.). Asian Productivity Organization.
- Montgomery, D. C. (2019). Introduction to statistical quality control (8th ed.). Wiley.

### **Critical to Quality (CTQ) y KPI**

- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2017). Managing for quality and performance excellence (10th ed.). Cengage Learning.
- Parmenter, D. (2015). Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs (3rd ed.). Wiley.

### **Análisis de criticidad y riesgos**

- Moubray, J. (1997). Reliability-centered maintenance (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Smith, A. M. (2017). Reliability, maintainability and risk: Practical methods for engineers (9th ed.). Butterworth-Heinemann.

## **Análisis costo-beneficio**

- Badiru, A. (2013). Handbook of Industrial and Systems Engineering, Industrial Innovation Series (2nd ed). United States: CRC Press, Taylor & Francis Group.