



**Universidad del Azuay**  
**Facultad de Ciencia y Tecnología**  
**Escuela de Ingeniería de la Producción**

Plan de mejora para la gestión de inventario de los componentes en los equipos  
generadores de cloro comerciales de la empresa Clorid S.A.

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**  
Ingeniero de la Producción

**Autor:**

Guido Daniel Palacios Valverde

**Director:**

Mgst. Ana Cristina Vásquez Aguilera

**Cuenca – Ecuador**

**2025**

## **Dedicatoria**

Esta tesis representa no solo un logro académico, sino un testimonio del apoyo incondicional recibido de quienes me acompañan en este camino.

A mi amada esposa y mi hijo, pilares fundamentales de mi vida, por su paciencia infinita y por ser mi motivación diaria para superarme.

A mis padres, quienes sembraron en mí la semilla de la perseverancia y el deseo de superación. En especial a mi padre, que, aunque ya no está físicamente presente, sus enseñanzas y valores perduran como guía en cada paso que doy.

A mi hermano, por su respaldo constante y compañía en este trayecto académico.

A mi familia política, Ivico, Evy, Dani y Ricardo, por acogerme como uno más de los suyos y brindarme su apoyo incondicional en cada etapa de este proceso.

A todos ustedes, que han sido parte fundamental de este logro, dedico este trabajo como muestra de mi gratitud y cariño.

## **Agradecimientos**

Mi profunda gratitud a mi familia, cuyo apoyo y comprensión han sido fundamentales en este camino académico.

A mi directora de tesis, Mgst. Ana Cristina Vásquez Aguilera, por su valiosa guía y dedicación en este trabajo. Al profesor Jonnatan Avilés, por su mentoría y apoyo constante durante mi formación universitaria.

Un especial agradecimiento a Clorid S.A., por su apertura y colaboración para el desarrollo de esta investigación.

A todos ustedes, gracias por ayudarme a alcanzar esta meta.

## Resumen

Este trabajo desarrolla un plan de mejora para la gestión de inventarios de Clorid S.A., empresa ecuatoriana fabricante de equipos generadores de hipoclorito de sodio para tratamiento de agua. La investigación parte del diagnóstico de la situación actual, que evidenció un crecimiento del 55.7% en facturación durante 2021-2022 y la necesidad de optimizar su sistema de inventarios. La metodología aplicada incluyó: categorización de productos mediante análisis ABC-XYZ, determinación de parámetros operativos (modelo EOQ, puntos de reorden y stocks de seguridad) y desarrollo de un sistema de indicadores de desempeño. Los resultados permitieron identificar cinco patrones de productos que requieren estrategias diferenciadas de gestión, estableciendo cantidades óptimas de pedido y niveles de servicio específicos por categoría, así como un sistema integral de nueve indicadores clave con responsables definidos y frecuencias de medición adaptadas a la realidad operativa de la empresa. Se concluye que la aplicación del enfoque metodológico propuesto permite optimizar recursos en contextos empresariales de limitada disponibilidad, mejorando simultáneamente el nivel de servicio al cliente.

**Palabras clave:** Gestión de inventarios, Análisis ABC-XYZ, Modelo EOQ, Indicadores de desempeño, Tratamiento de agua.

## Abstract

This research develops an improvement plan for inventory management at Clorid S.A., an Ecuadorian company that manufactures sodium hypochlorite generator equipment for water treatment. The study begins with a diagnosis of the current situation, which showed 55.7% growth in billing during 2021-2022 and the need to optimize its inventory system. The applied methodology included: product categorization through ABC-XYZ analysis, determination of operational parameters (EOQ model, reorder points, and safety stocks), and development of a performance indicator system. The results identified five product patterns requiring differentiated management strategies, establishing optimal order quantities and specific service levels by category, as well as a comprehensive system of nine key indicators with defined responsibilities and measurement frequencies adapted to the company's operational reality. It is concluded that the application of the proposed methodological approach allows resource optimization in business contexts with limited availability, while simultaneously improving customer service levels.

**Keywords:** Inventory management, ABC-XYZ Analysis, EOQ Model, Performance indicators, Water treatment.

## Índice de Contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Resumen.....	iv
Abstract .....	v
Índice de Contenidos.....	vi
Índice de Figuras .....	ix
Índice de Tablas .....	x
1. Introducción.....	1
2. Gestión de Inventarios .....	8
2.1. Fundamentos de la Gestión de Inventarios .....	8
2.2. Análisis ABC-XYZ para Clorid S.A. ....	9
2.2.1. Fundamentos de la categorización .....	10
2.2.2. Metodología aplicada.....	11
2.2.3. Resultados del análisis .....	12
2.2.4. Estrategias de gestión diferenciadas .....	16
2.2.5. Beneficios esperados.....	18
2.3. Modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ).....	19
2.3.1. Fundamentación teórica del modelo EOQ.....	20
2.3.2. Aplicabilidad en la gestión de inventarios de Clorid S.A.....	21
2.3.3. Integración con la estrategia general de gestión de inventarios.....	28
2.4. Puntos de Reorden .....	29
2.4.1. Fundamentación teórica de los puntos de reorden .....	29

2.4.2. Puntos de reorden en Clorid S.A.....	30
2.4.3. Implementación y monitoreo de los puntos de reorden .....	33
2.5. Stock de seguridad por categoría .....	34
2.5.1. Stock de seguridad en Clorid S.A. ....	35
2.5.2. Impacto esperado y consideraciones para la implementación .....	37
3. Propuesta de mejora para la gestión de inventarios.....	39
3.1. Políticas de control visual de inventarios .....	39
3.1.1. Sistema de control por semáforo.....	39
3.1.2. Políticas de gestión por categoría.....	40
3.1.3. Procedimientos operativos por categoría .....	41
3.2. Sistema visual de indicadores de desempeño .....	44
3.2.1. Diseño del tablero visual.....	44
3.2.2. Indicadores visuales de servicio al cliente .....	45
3.2.3. Indicadores visuales de eficiencia de inventario.....	47
3.2.4. Formulario simplificado para actualización.....	49
3.3. Plan de implementación gradual.....	50
3.3.1. Fases de implementación .....	50
3.3.2. Recursos necesarios .....	51
3.4. Beneficios esperados .....	52
3.5. Resultados esperados del plan de mejora .....	53
3.5.1. Mejoras operativas esperadas.....	53
3.5.2. Impacto esperado en indicadores clave.....	54
Conclusiones.....	55

Recomendaciones .....	56
Bibliografía .....	57

## Índice de Figuras

Figura 1 Estructura Organizacional de Clorid S.A. ....	3
Figura 2 Distribución del Personal por Área Funcional .....	3
Figura 3 Comparativo de Ventas Mensuales 2021-2022 .....	5
Figura 4 Diagrama de Flujo del Proceso de Adquisición de Componentes de Clorid S.A.....	7
Figura 5 Matriz de Variabilidad - Importancia ABC-XYZ.....	14
Figura 6 Criterios de clasificación utilizados para el análisis ABC-XYZ .....	15
Figura 7 Distribución de Pareto por Categorías ABC-XYZ .....	16
Figura 8 Tarjeta de Control Visual para Inventario.....	40
Figura 9 Instructivo Visual para Productos AX-AY .....	42
Figura 10 Instructivo Visual para Personal de Bodega.....	43
Figura 11 Tablero Visual de Indicadores.....	44
Figura 12 Indicador de Entregas Completas.....	45
Figura 13 Indicador de Tiempo de Entrega.....	46
Figura 14 Indicador de Semáforo de Inventario .....	48
Figura 15 Cronograma de Implementación Gradual .....	51

## Índice de Tablas

Tabla 1 Distribución de Personal por Área Funcional .....	4
Tabla 2 Comparativo de Ventas por Línea de Producto (2021-2022).....	5
Tabla 3 Análisis de Ingresos por Línea de Producto (USD) .....	6
Tabla 4 Criterios de clasificación utilizados para el análisis ABC-XYZ.....	11
Tabla 5 Categorización ABC - XYZ de modelos de equipos de Clorid S.A. ....	13
Tabla 6 Distribución del portafolio de productos de Clorid S.A. ....	14
Tabla 7 Parámetros de gestión por categoría ABC-XYZ.....	18
Tabla 8 Costo de almacenamiento total mensual y anual .....	23
Tabla 9 Cálculo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ) por modelo de producto .....	27
Tabla 10 Puntos de reorden por categoría de producto .....	31
Tabla 11 Cálculo de Puntos de Reorden por modelo de producto .....	32
Tabla 12 Stock de seguridad por categoría de producto .....	36
Tabla 13 Stock de seguridad por modelo de producto .....	37
Tabla 14 Políticas de gestión por categoría de producto.....	41
Tabla 15 Formato para registro de indicadores .....	49

## 1. Introducción

En el contexto del tratamiento y desinfección del agua, Clorid S.A. emerge como una entidad empresarial de significativa relevancia en el mercado ecuatoriano e internacional. Fundada en 1989 en la ciudad de Cuenca, Ecuador, la organización se ha especializado en el desarrollo, fabricación y comercialización de equipos generadores de hipoclorito de sodio in situ, consolidándose como un referente en soluciones de desinfección y tratamiento de agua (Clorid S.A., 2023).

La trayectoria evolutiva de Clorid S.A. (2023) se caracteriza por un desarrollo sistemático y estratégico que puede segmentarse en cuatro etapas fundamentales, cada una marcada por hitos significativos en su expansión y consolidación:

### Período de Gestación y Desarrollo Tecnológico (1989-1994)

En la fase inicial se enfocaron en una actividad de investigación y desarrollo, fundamentada en la visión empresarial de sus fundadores, Iván Espinoza Fernández e Iván Espinoza Pozo. Durante estos cinco años, la empresa estableció las bases tecnológicas y metodológicas que posteriormente sustentarían su expansión comercial.

### Fase de Consolidación Tecnológica y Expansión Internacional (1994-2000)

La materialización de la investigación inicial se cristalizó en el desarrollo del equipo L-30, diseñado específicamente para la desinfección de piscinas y potabilización en comunidades de pequeña escala. El éxito de este primer producto impulsó el desarrollo del modelo L-90, que obtuvo la certificación internacional SEPIS, facilitando la expansión hacia mercados internacionales estratégicos como Costa Rica, Honduras, Brasil, Argentina, Bolivia y Perú.

En 1996, la introducción del equipo L-450 representó un avance tecnológico significativo, con capacidad para potabilizar entre 2 y 3 millones de litros diarios de agua, permitiendo la

inyección de caudales de hasta 35 litros por segundo. Esta innovación amplió significativamente el espectro de aplicación de los productos de la empresa, abarcando sectores como agricultura, industria productiva, establecimientos hospitalarios y hotelería.

#### Etapa de Diversificación y Penetración Nacional (2000-2013)

Este período se caracterizó por la implementación de servicios especializados de cloración y desinfección en múltiples ciudades ecuatorianas. La empresa expandió su presencia operativa a más de 180 juntas de agua potable, estableciendo una red de servicios que abarca importantes ciudades como Guayaquil, Babahoyo, Latacunga, Quevedo y Cuenca.

#### Fase de Innovación y Sostenibilidad (2013-Presente)

En la última década, Clorid S.A. ha reorientado significativamente sus recursos hacia la investigación y desarrollo de soluciones específicas para el ámbito rural, donde las limitaciones de acceso a energía eléctrica presentan desafíos particulares. Esta iniciativa se ha materializado en el desarrollo de una línea de equipos que operan con energía solar, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible y acceso universal al agua potable.

La capacidad técnica actual de la empresa ha evolucionado notablemente, permitiendo el tratamiento de caudales de hasta 462.9 L/S en agua residual con una dosificación de 15ppm, y 2,314 L/S con una dosificación de 3ppm en agua potable, evidenciando un significativo avance en sus capacidades operativas.

La estructura organizacional de Clorid S.A. se fundamenta en un modelo jerárquico funcional que facilita la gestión efectiva de sus operaciones. Como se observa en la Figura 1.1 la empresa mantiene una estructura vertical encabezada por la Presidencia y la Gerencia General, donde se desprenden seis departamentos especializados que gestionan las diferentes áreas funcionales de la organización.

## Figura 1

### *Estructura Organizacional de Clorid S.A.*

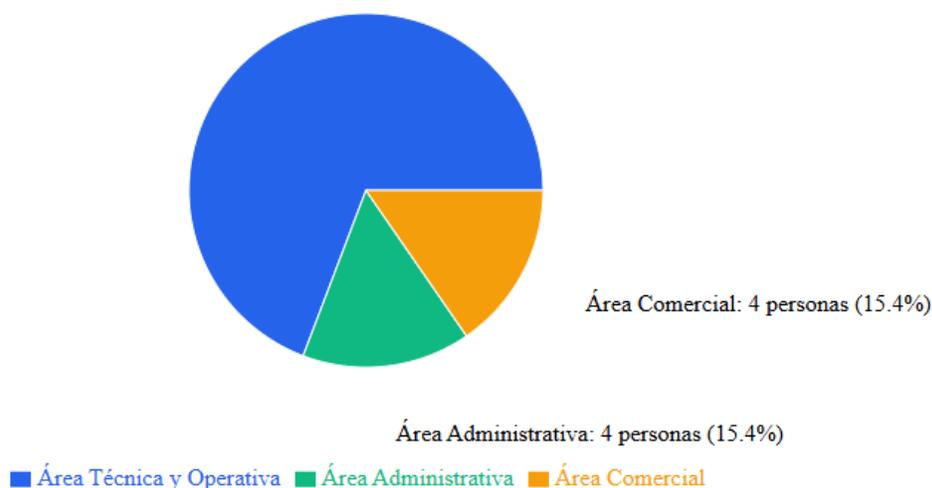


La composición del capital humano, representada en la Figura 1.2 [referencia al gráfico de distribución], evidencia una concentración estratégica en el área técnica y operativa, que constituye el pilar fundamental de las operaciones de la empresa. Como se detalla en la Tabla 1.1, la distribución del personal refleja una priorización de las actividades operativas, manteniendo una estructura administrativa y comercial eficiente.

## Figura 2

### *Distribución del Personal por Área Funcional*

Área Técnica y Operativa: 18 personas (69.2%)



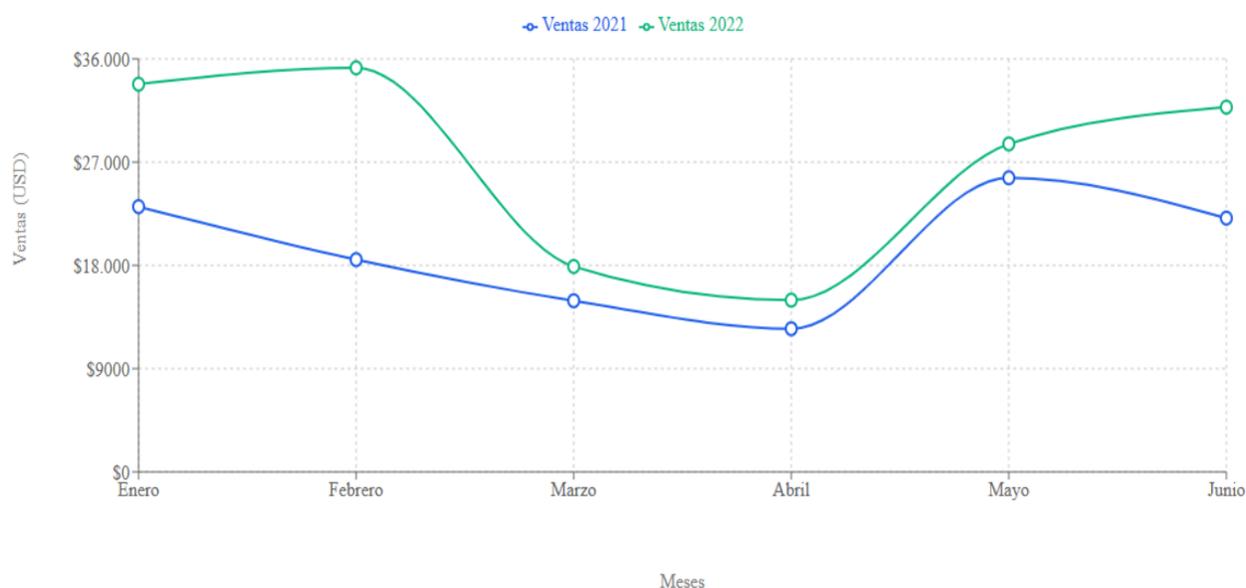
**Tabla 1***Distribución de Personal por Área Funcional*

<b>Área Funcional</b>	<b>Personal</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Roles Principales</b>
<b>Técnica y Operativa</b>	18	69.2%	Personal de planta, supervisores, operadores
<b>Administrativa</b>	4	15.4%	Presidencia, gerencia, contabilidad, RRHH
<b>Comercial</b>	4	15.4%	Ventas, compras
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>100%</b>	-

Las características principales de esta configuración organizacional son:

- Centralización de la toma de decisiones estratégicas.
- Especialización departamental claramente definida.
- Optimización de recursos humanos en áreas críticas.
- Énfasis en la capacidad operativa y técnica.

El comportamiento de la demanda durante el período 2021-2022 revela tendencias significativas en la evolución del mercado. Como se aprecia en la Figura 3, la empresa ha experimentado una transformación en su perfil de ventas, con variaciones notables en diferentes líneas de productos.

**Figura 3***Comparativo de Ventas Mensuales 2021-2022*

La Tabla 2 muestra el comparativo de ventas por línea de producto, donde destaca el crecimiento significativo en equipos de mayor capacidad, particularmente en la línea L-30 y la introducción exitosa del modelo L-240. Este comportamiento refleja una evolución en las necesidades del mercado hacia soluciones de mayor escala.

**Tabla 2***Comparativo de Ventas por Línea de Producto (2021-2022)*

Línea de Producto	Unidades 2021	Unidades 2022	Variación %	Tendencia
<b>L-30</b>	13	19	+46.2%	↑
<b>L-60</b>	5	6	+20.0%	↑
<b>L-90</b>	5	6	+20.0%	↑
<b>L-240</b>	0	4	N/A	↑
<b>L-10</b>	8	5	-37.5%	↓
<b>Clovid 6</b>	10	6	-40.0%	↓
<b>Clovid 2</b>	76	4	-94.7%	↓

En términos de ingresos, la Tabla 1.3 evidencia un incremento sustancial en la facturación total, pasando de \$74,151.81 en 2021 a \$115,472.63 en 2022. Esta mejora se atribuye principalmente a:

- Mayor demanda de equipos de alta capacidad.
- Diversificación de la cartera de productos.
- Fortalecimiento de la presencia en sectores clave.

Los patrones de estacionalidad, reflejados en el análisis mensual de ventas, indican concentraciones significativas de demanda en períodos específicos, información valiosa para la planificación estratégica de producción y gestión de inventarios.

**Tabla 3**

*Análisis de Ingresos por Línea de Producto (USD)*

<b>Línea de Producto</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>Participación 2022</b>	<b>Crecimiento</b>
<b>L-30</b>	\$23,121.28	\$33,792.64	29.3%	+46.2%
<b>L-240</b>	\$0.00	\$33,219.20	28.8%	N/A
<b>L-90</b>	\$14,918.40	\$17,902.08	15.5%	+20.0%
<b>L-60</b>	\$12,476.80	\$14,972.16	13.0%	+20.0%
<b>Otros</b>	\$23,635.33	\$15,586.55	13.4%	-34.1%
<b>Total</b>	<b>\$74,151.81</b>	<b>\$115,472.63</b>	<b>100%</b>	<b>+55.7%</b>

El proceso actual de compras en Clorid S.A. se caracteriza por su estructura centralizada, donde un único responsable gestiona la totalidad de las actividades relacionadas con la adquisición de componentes. Esta gestión abarca desde la identificación de necesidades hasta el ingreso de materiales al sistema de inventario.

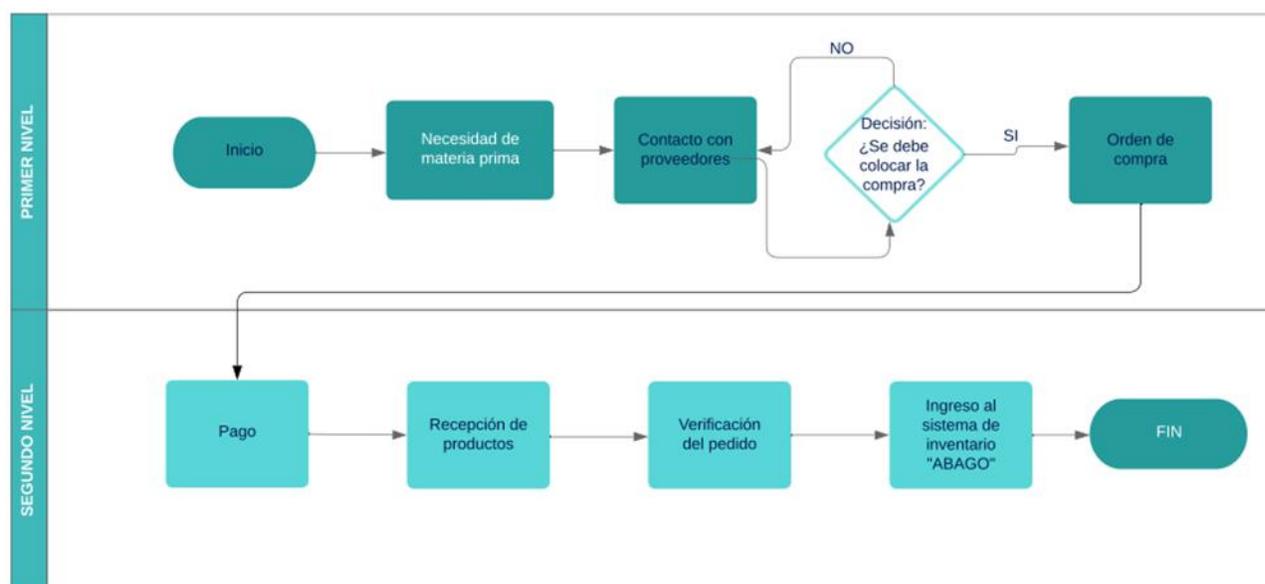
La operación de compras se desarrolla mediante un proceso definido, donde la comunicación con proveedores locales se establece a través de diversos canales como correo electrónico, llamadas telefónicas y mensajería instantánea. La selección de proveedores se

fundamenta principalmente en dos criterios esenciales: la competitividad en precios y la calidad de los componentes ofertados.

Como se observa en la Figura 1.4, el proceso inicia con la identificación de necesidades y progresa a través de diferentes etapas hasta culminar con el ingreso de los componentes al sistema. Este flujo evidencia la secuencia de actividades y los puntos de decisión críticos en el proceso de adquisiciones.

#### Figura 4

*Diagrama de Flujo del Proceso de Adquisición de Componentes de Clorid S.A.*



El departamento utiliza órdenes de compra básicas para la formalización de las adquisiciones. La gestión financiera se ejecuta mediante dos modalidades de pago: transferencias bancarias directas desde las cuentas corporativas de Clorid S.A. y emisión de cheques, adaptándose a los requerimientos de cada proveedor.

## 2. Gestión de Inventarios

La gestión de inventarios representa un factor crítico para el rendimiento operativo y financiero de las empresas manufactureras como Clorid S.A. Según Chase y Jacobs (2011), el inventario constituye entre el 25% y 35% del valor total de los activos en organizaciones de este tipo, mientras que el costo anual de mantenerlo oscila entre el 20% y 40% de su valor.

El objetivo fundamental de la gestión de inventarios es equilibrar dos necesidades aparentemente opuestas: minimizar los costos asociados al mantenimiento de existencias y maximizar la disponibilidad de productos para satisfacer la demanda de los clientes (Ballou, 2004).

En este capítulo se presentan los conceptos básicos sobre gestión de inventarios aplicables a Clorid S.A. Primero, se explica la importancia del manejo adecuado de inventarios y su impacto en las finanzas y operaciones de empresas manufactureras como la estudiada. Luego, se analizan los diferentes costos asociados al mantenimiento de inventarios y se describen los modelos más utilizados en la industria, con énfasis especial en el método ABC-XYZ y el modelo EOQ que serán fundamentales para este estudio. También se examina cómo determinar los puntos de reorden y el nivel apropiado de inventario de seguridad para equilibrar la disponibilidad de productos sin comprometer excesivamente el capital de la empresa. Por último, se revisan los indicadores más relevantes para medir y mejorar la gestión de inventarios. Esta información servirá como base para desarrollar las propuestas de mejora para Clorid S.A. en los capítulos posteriores.

### 2.1. Fundamentos de la Gestión de Inventarios

Los costos principales asociados a la gestión de inventarios incluyen (Silver et al., 1998):

- **Costos de adquisición:** Valor de compra de materiales más los costos de emisión de pedidos, transporte y recepción.

- **Costos de mantenimiento:** Gastos de almacenamiento, costos de oportunidad del capital invertido, seguros y obsolescencia.
- **Costos de ruptura de stock:** Impacto económico de no disponer de los materiales necesarios cuando se requieren.

Los modelos tradicionales de gestión de inventarios incluyen (Heizer & Render, 2014):

1. **Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ):** Establece la cantidad óptima de pedido que minimiza la suma de costos.
2. **Sistemas de revisión continua (Q):** Monitorean constantemente los niveles de inventario, emitiendo órdenes cuando se alcanza un punto de reorden.
3. **Sistemas de revisión periódica (P):** Verifican los niveles de inventario en intervalos regulares.

Sin embargo, estos modelos aplican parámetros uniformes a todos los componentes, sin considerar sus diferentes características. La evolución reciente en la gestión de inventarios ha llevado al desarrollo de enfoques diferenciados, donde destaca el método ABC-XYZ como una herramienta que permite la segmentación multidimensional del inventario (Scholz-Reiter et al., (2012).

Este método integra dos dimensiones complementarias: el valor económico (clasificación ABC) y la predictibilidad de la demanda (clasificación XYZ). Esta aproximación facilita la implementación de políticas diferenciadas según las características específicas de cada componente, permitiendo optimizar simultáneamente múltiples objetivos organizacionales.

## **2.2. Análisis ABC-XYZ para Clorid S.A.**

La gestión eficiente de inventarios representa un pilar fundamental para la optimización operativa de organizaciones manufactureras como Clorid S.A. La metodología ABC-XYZ

constituye una herramienta analítica que permite categorizar productos según dos dimensiones complementarias: su impacto económico y la predictibilidad de su demanda (Scholz-Reiter et al., 2012).

Para Clorid S.A., la implementación de este método representa una oportunidad significativa para optimizar recursos, considerando las características particulares de sus diferentes líneas de equipos generadores de hipoclorito de sodio. El análisis que se presenta a partir del punto “2.2.2 Metodología aplicada”, se basa en los datos recopilados sobre las ventas de los años 2021 y 2022.

### ***2.2.1. Fundamentos de la categorización***

El método ABC categoriza los productos según su valor económico en tres segmentos principales (Ballou, 2004):

- **Categoría A:** Productos que representan aproximadamente el 70-80% del valor económico total.
- **Categoría B:** Productos que representan aproximadamente el 15-25% del valor económico total.
- **Categoría C:** Productos que representan aproximadamente el 5% del valor económico total.

Complementariamente, la clasificación XYZ segmenta los productos según la variabilidad o predictibilidad de su demanda (Chase & Jacobs, 2011):

- **Categoría X:** Productos con demanda constante o altamente predecible (coeficiente de variación entre 0-25%).
- **Categoría Y:** Productos con demanda fluctuante o moderadamente predecible (coeficiente de variación entre 25-50%).

- **Categoría Z:** Productos con demanda errática o impredecible (coeficiente de variación superior al 50%).

**Tabla 4**

*Criterios de clasificación utilizados para el análisis ABC-XYZ*

<b>CATEGORÍA</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>A</b>	70% - 80%	Productos de alto valor económico
<b>B</b>	15% - 25%	Productos de valor económico medio
<b>C</b>	5%	Productos de valor económico bajo
<b>X</b>	0% - 25%	Coefficiente de variación: demanda estable y predecible
<b>Y</b>	25% - 50%	Coefficiente de variación: demanda con fluctuación moderada
<b>Z</b>	> 50%	Coefficiente de variación: demanda errática o impredecible

### **2.2.2. Metodología aplicada**

Es importante destacar que para el presente análisis se consideró el total de modelos de equipos generadores de hipoclorito de sodio que Clorid S.A. comercializa actualmente, por lo que no se utilizó una muestra. La empresa cuenta con un portafolio limitado y bien definido de productos, lo cual permitió aplicar la clasificación ABC-XYZ de manera integral, asegurando que todos los SKU activos formaran parte del proceso de categorización y análisis.

Para la implementación del método ABC-XYZ en Clorid S.A., se siguió la siguiente secuencia metodológica:

1. Recopilación de datos históricos de ventas mensuales correspondientes al período 2021-2022 para cada modelo de equipo. Estos registros históricos fueron proporcionados directamente por Clorid S.A. y se utilizaron como referencia para determinar la demanda en todos los cálculos realizados en este estudio. La elección de usar estos datos históricos de ventas como demanda se debe a que Clorid S.A. fabrica sus equipos generalmente por pedido, lo que significa que sus registros de ventas pasadas son un reflejo confiable de lo

que el mercado realmente demanda. Esta es una práctica común en empresas que fabrican productos especializados como los generadores de hipoclorito de sodio.

2. Cálculo del valor unitario y valor total de ventas por modelo.
3. Determinación de porcentajes acumulados para la clasificación ABC.
4. Cálculo de desviación estándar y coeficiente de variación para la clasificación XYZ.
5. Integración de ambas clasificaciones en una matriz bidimensional.
6. Desarrollo de estrategias específicas de gestión para cada categoría resultante.

Los criterios utilizados para la categorización se fundamentan en los principios establecidos por la literatura especializada, adaptados a las particularidades operativas de Clorid S.A.

### ***2.2.3. Resultados del análisis***

La aplicación de la metodología ha permitido categorizar los nueve modelos de equipos comercializados por Clorid S.A., obteniendo la siguiente distribución:

**Tabla 5***Categorización ABC - XYZ de modelos de equipos de Clorid S.A.*

<b>Producto</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Demanda 2021</b>	<b>Demanda 2022</b>	<b>Media</b>	<b>Valor total</b>	<b>%valor</b>	<b>Categoría abc</b>	<b>Coef. Var.</b>	<b>Categoría xyz</b>	<b>Clasificación</b>
L-30	\$1,688.00	13	19	16	\$ 27,008.00	22.62%	A	26.52%	Y	AY
L-90	\$2,764.00	5	6	6	\$ 16,584.00	13.89%	A	11.79%	X	AX
L-240	\$8,015.00	0	4	2	\$ 16,030.00	13.42%	A	141.42%	Z	AZ
L-60	\$2,328.00	5	6	6	\$ 13,968.00	11.70%	A	11.79%	X	AX
L-450	\$13,020.00	0	1	1	\$ 13,020.00	10.90%	A	70.71%	Z	AZ
CLOVID 2	\$ 290.00	76	4	40	\$ 11,600.00	9.71%	B	127.28%	Z	BZ
TL-30	\$ 3,020.00	0	5	3	\$ 9,060.00	7.59%	B	117.85%	Z	BZ
L-10	\$ 1,255.00	8	5	7	\$ 8,785.00	7.36%	C	30.30%	Y	CY
CLOVID 6	\$ 420.00	10	6	8	\$ 3,360.00	2.81%	C	35.36%	Y	CY
TOTAL					\$ 119,415.00	100.00%				

La información contenida en la tabla anterior revela varios aspectos significativos sobre la composición del portafolio de productos de Clorid S.A.:

**Tabla 6**

*Distribución del portafolio de productos de Clorid S.A.*

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
<b>Valor económico</b>	5 modelos de categoría A (L-30, L-90, L-240, L-60, L-450) = 72.53% del valor total
<b>Variabilidad</b>	2 modelos con demanda estable (X), 3 con variabilidad moderada (Y) y 4 con alta variabilidad (Z)
<b>Categoría combinada</b>	5 patrones: AX (2 modelos), AY (1 modelo), AZ (2 modelos), BZ (2 modelos) y CY (2 modelos)

**Figura 5**

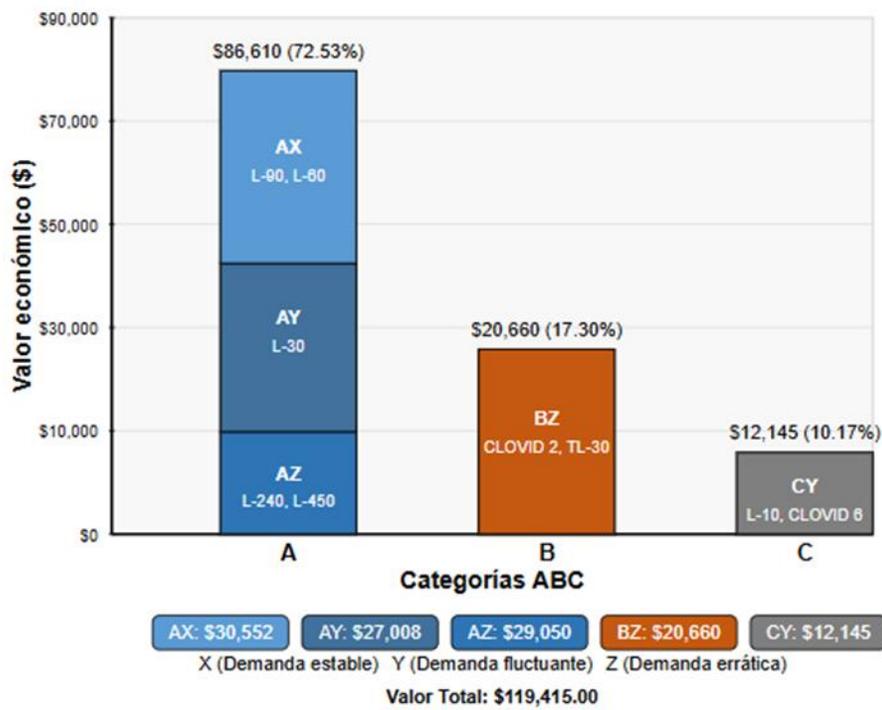
*Matriz de Variabilidad - Importancia ABC-XYZ*

**Matriz de Variabilidad-Importancia ABC-XYZ**

		<b>IMPORTANCIA</b>		
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>VARIABILIDAD</b>	<b>X</b>	<b>AX</b> Alto valor económico Demanda estable L-90, L-80	<b>BX</b> Valor medio Demanda estable Ninguno	<b>CX</b> Bajo valor económico Demanda estable Ninguno
	<b>Y</b>	<b>AY</b> Alto valor económico Demanda fluctuante L-30	<b>BY</b> Valor medio Demanda fluctuante Ninguno	<b>CY</b> Bajo valor económico Demanda fluctuante L-10, CLOVD 6
	<b>Z</b>	<b>AZ</b> Alto valor económico Demanda errática L-240, L-450	<b>BZ</b> Valor medio Demanda errática CLOVD 2, TL-30	<b>CZ</b> Bajo valor económico Demanda errática Ninguno

**Figura 6**

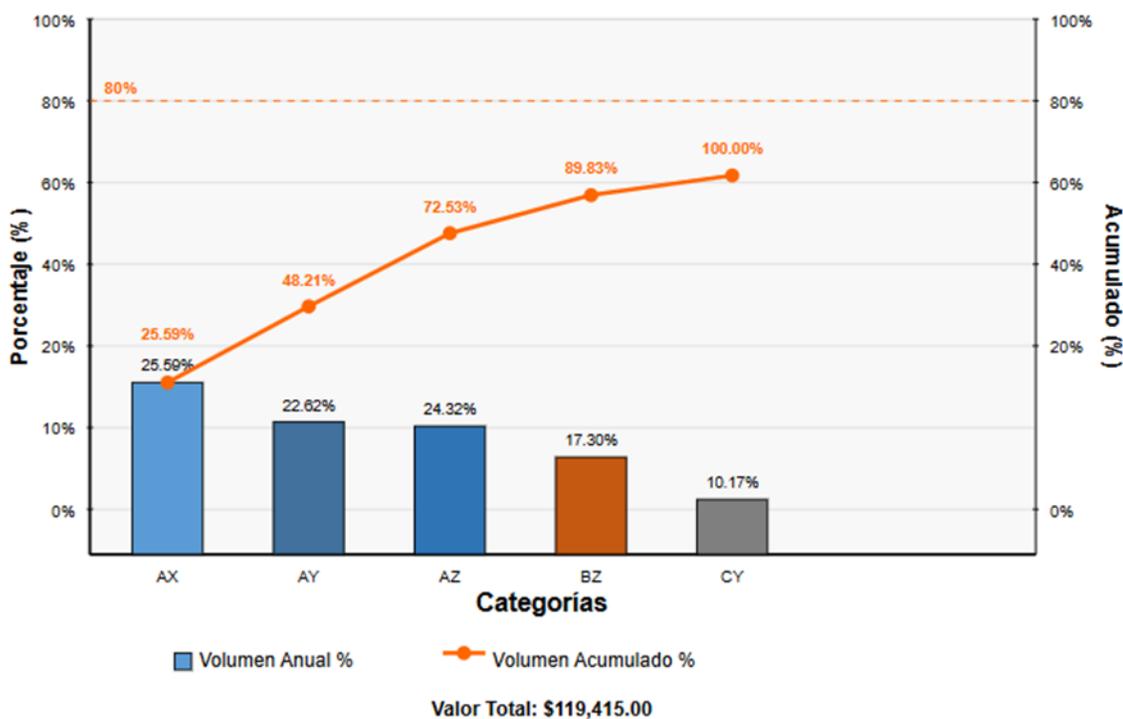
*Criterios de clasificación utilizados para el análisis ABC-XYZ*



La Figura 1.7 muestra claramente la aplicación del principio de Pareto en la distribución del valor económico del inventario de Clorid S.A. Se observa que la categoría A concentra el 72.53% del valor total (\$86,610), distribuido en los patrones AX (L-60, L-90) con \$30,552, AY (L-30) con \$27,008 y AZ (L-240, L-450) con \$29,050. Las categorías B y C representan el 17.30% (\$20,660) y 10.17% (\$12,145) respectivamente, con menor cantidad de productos, pero también con diferentes patrones de variabilidad. Esta distribución confirma la importancia de implementar estrategias diferenciadas de gestión, con especial atención a los productos de categoría A que, aunque solo representan el 55.5% de los modelos (5 de 9), constituyen casi tres cuartas partes del valor económico total.

**Figura 7**

*Distribución de Pareto por Categorías ABC-XYZ*



#### **2.2.4. Estrategias de gestión diferenciadas**

El análisis ABC-XYZ permite desarrollar estrategias específicas para cada categoría de productos, optimizando la asignación de recursos y mejorando la eficiencia operativa. A continuación, se detallan las políticas recomendadas:

**Para productos AX (L-90, L-60):** Estos modelos representan la combinación óptima de alto valor económico (categoría A) y demanda estable (categoría X), lo que los convierte en candidatos ideales para la implementación de sistemas de gestión Just-In-Time (JIT). Se recomienda:

- Establecer programas de producción regulares con frecuencia semanal.

- Mantener niveles mínimos de stock de seguridad (aproximadamente 0.5 meses de demanda).
- Implementar acuerdos de suministro de largo plazo con proveedores clave.
- Monitorear semanalmente niveles de inventario y tendencias de demanda.

**Para productos AY (L-30):** El modelo L-30, que representa el mayor valor económico individual (22.62% del total), presenta una variabilidad moderada que requiere un enfoque equilibrado. Se recomienda:

- Mantener un stock de seguridad moderado (aproximadamente 1 mes de demanda).
- Establecer programación flexible que permita ajustes según tendencias identificadas.
- Implementar revisiones semanales de pronósticos de demanda y niveles de inventario.
- Analizar patrones estacionales que expliquen la variabilidad moderada observada.

**Para productos AZ (L-240, L-450):** Estos modelos de alto valor presentan la complejidad adicional de una demanda altamente variable, lo que justifica un enfoque más cauteloso. Se recomienda:

- Implementar sistemas de producción bajo pedido que minimicen inventarios.
- Desarrollar capacidades de respuesta rápida en la cadena de suministro.
- Realizar análisis de causas de variabilidad para identificar posibles patrones ocultos.
- Establecer colaboración estrecha con clientes para anticipar requerimientos.

**Para productos BZ (CLOVID 2, TL-30):** Estos modelos de valor medio con demanda errática requieren un enfoque que balancee el nivel de servicio con la optimización de recursos. Se recomienda:

- Mantener stocks de seguridad limitados (aproximadamente 0.5 meses de demanda).
- Implementar revisiones quincenales de niveles de inventario y tendencias.

- Evaluar la posibilidad de compartir componentes con otros modelos para incrementar flexibilidad.
- Considerar políticas de pedidos especiales para clientes que requieran estos modelos.

**Para productos CY (L-10, CLOVID 6):** Estos modelos de bajo valor económico con variabilidad moderada permiten un enfoque simplificado. Se recomienda:

- Minimizar recursos administrativos dedicados a su gestión.
- Establecer revisiones mensuales de inventario.
- Implementar sistemas visuales simplificados de control.
- Evaluar periódicamente la continuidad de estos modelos en el portafolio.

**Tabla 7**

*Parámetros de gestión por categoría ABC-XYZ*

<b>CATEGORÍA</b>	<b>STOCK DE SEGURIDAD</b>	<b>FRECUENCIA DE REVISIÓN</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>MÉTODO DE APROVISIONAMIENTO</b>
<b>AX (L-90, L-60)</b>	Mínimo (15 días)	Semanal	98%	Pedidos frecuentes
<b>AY (L-30)</b>	Medio (30 días)	Semanal	95%	Sistema de reposición periódica
<b>AZ (L-240, L-450)</b>	Bajo demanda	Bajo pedido	90%	Producción bajo pedido
<b>BZ (CLOVID 2, TL-30)</b>	Medio (30 días)	Quincenal	85%	Revisión periódica
<b>CY (L-10, CLOVID 6)</b>	Mínimo (15 días)	Mensual	85%	Pedidos bajo demanda

### **2.2.5. Beneficios esperados**

La implementación del modelo ABC-XYZ en Clorid S.A. permitirá obtener diversos beneficios operativos y financieros:

1. **Optimización de capital de trabajo:** Al establecer niveles diferenciados de inventario según la categorización, se estima una reducción potencial del 15-25% en los niveles globales de inventario.
2. **Mejora en niveles de servicio:** La asignación estratégica de recursos permitirá incrementar la disponibilidad para productos críticos (categorías AX, AY), mejorando la satisfacción de clientes.
3. **Eficiencia administrativa:** La priorización de esfuerzos según el impacto económico y la predictibilidad permitirá una asignación más eficiente de recursos administrativos y operativos.
4. **Planificación estratégica:** La visibilidad sobre patrones de demanda facilitará la planificación anticipada de producción y abastecimiento.
5. **Reducción de obsolescencia:** La gestión diferenciada para productos de categoría Z minimizará riesgos de obsolescencia en inventario.

Para maximizar estos beneficios, es fundamental establecer un sistema de monitoreo continuo que permita actualizar periódicamente la categorización y ajustar las estrategias según la evolución del mercado y las características operativas de Clorid S.A.

### **2.3. Modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ)**

El Modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ) representa una metodología fundamental para la optimización de inventarios en entornos industriales. Desarrollado inicialmente por Ford W. Harris en 1913, este modelo ha demostrado ser una herramienta analítica de gran valor para la toma de decisiones relacionadas con la gestión de inventarios, especialmente en empresas manufactureras como Clorid S.A. (Chase et al., 2018).

### ***2.3.1. Fundamentación teórica del modelo EOQ***

El principio esencial del modelo EOQ es identificar la cantidad óptima de pedido que minimiza la suma total de los costos asociados al mantenimiento de inventario y a la emisión de órdenes de compra. Según Heizer y Render (2014), este equilibrio es crucial para maximizar la eficiencia operativa en organizaciones manufactureras.

La formulación matemática clásica del modelo EOQ se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$EOQ = \sqrt{(2DS/H)}$$

Donde:

- D = Demanda anual del producto
- S = Costo de emitir un pedido
- H = Costo anual de mantener una unidad en inventario

Esta fórmula permite identificar el punto exacto donde se equilibran dos fuerzas económicas opuestas: las economías de escala en los pedidos y el costo incremental de mantener niveles más elevados de inventario (Ballou, 2004). Este balance resulta particularmente relevante para empresas como Clorid S.A., donde la optimización de recursos operativos constituye un factor crítico para la competitividad en el mercado de equipos de tratamiento de agua.

La aplicación efectiva del modelo EOQ complementa de manera significativa el análisis ABC-XYZ previamente desarrollado, permitiendo no solo categorizar los productos según su importancia y predictibilidad, sino también determinar las cantidades óptimas de pedido para cada categoría.

El modelo EOQ clásico se fundamenta en un conjunto de supuestos que facilitan su aplicación práctica. De acuerdo con Krajewski et al. (2013), estos supuestos incluyen:

- Demanda constante y conocida a lo largo del periodo.
- Tiempo de entrega (lead time) conocido y constante.
- Recepción del inventario instantánea y completa.
- No se permiten roturas de stock.
- No existen descuentos por cantidad en la compra de materiales.
- Los únicos costos relevantes son el costo de mantenimiento de inventario y el costo de pedido.

A pesar de estas simplificaciones, el modelo ha demostrado su robustez y aplicabilidad en diversos contextos industriales, incluido el sector de equipamiento para tratamiento de agua donde opera Clorid S.A.

Es importante destacar que, aunque estos supuestos representan una simplificación de la realidad operativa de Clorid S.A., el modelo puede adaptarse para considerar las particularidades de la empresa mediante ajustes específicos en los parámetros utilizados. Esta adaptabilidad es precisamente lo que hace del EOQ una herramienta valiosa para la gestión de inventarios en contextos industriales específicos.

### ***2.3.2. Aplicabilidad en la gestión de inventarios de Clorid S.A.***

La implementación del modelo EOQ en Clorid S.A. representa una oportunidad significativa para optimizar los niveles de inventario de componentes críticos utilizados en la fabricación de sus diferentes líneas de equipos generadores de hipoclorito de sodio. Como señala Silver et al. (2016), la correcta aplicación de este modelo puede generar reducciones de entre 15% y 30% en los costos totales de inventario, particularmente relevantes en empresas de manufactura especializada.

Para Clorid S.A., la utilización del modelo EOQ se enfoca principalmente en las categorías de productos identificadas como estratégicas en el análisis ABC-XYZ presentado anteriormente. Esto permite establecer parámetros diferenciados según las características específicas de cada grupo de productos, maximizando así el impacto positivo en la eficiencia operativa global de la organización.

La integración del modelo EOQ con el análisis ABC-XYZ previamente realizado proporciona un enfoque sistemático y completo para la gestión de inventarios en Clorid S.A. Mientras el análisis ABC-XYZ permite categorizar los productos según su importancia económica y predictibilidad, el modelo EOQ complementa esta categorización estableciendo cantidades óptimas de pedido para cada categoría, proporcionando así una base sólida para la toma de decisiones operativas.

Cabe señalar que, para efectos de esta aplicación, se asumió que tanto el costo de preparación de pedido (S) como el costo de mantenimiento por unidad (H) son similares para todos los productos analizados. Esta suposición se basa en que los modelos de equipos comercializados por Clorid S.A. presentan características físicas y operativas muy parecidas, lo cual implica que las tareas logísticas de pedido, almacenamiento y manipulación se realizan prácticamente de la misma manera en todos los casos. Además, se consideró que los tiempos necesarios para preparar un pedido y la frecuencia con la que se solicitan los equipos también son comparables entre los diferentes modelos. Aunque esta simplificación no refleja con exactitud todas las posibles variaciones, permite aplicar el modelo EOQ de forma coherente y ordenada, sin afectar significativamente la utilidad de los resultados obtenidos para fines prácticos.

**2.3.2.1. Determinación de parámetros de costo para el modelo EOQ.** Para aplicar el modelo EOQ a la realidad operativa de Clorid S.A., es fundamental determinar con precisión los componentes de los costos involucrados: el costo de mantenimiento de inventario (H) y el costo de preparación de pedido (S).

**a) Costo de almacenamiento (H)**

La Tabla 8 detalla los diversos aspectos que conforman el costo de almacenamiento, basado en información proporcionada por distintas áreas de la empresa.

**Tabla 8**

*Costo de almacenamiento total mensual y anual*

<b>Aspectos de almacenamiento</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
<b>Servicios básicos (luz)</b>	\$ 10,50	\$ 126,00
<b>Depreciación de inmueble de la empresa</b>	\$ 1.062,50	\$ 12.750,00
<b>Depreciación de activos (equipos y maquinaria) de bodega.</b>	\$ 8,83	\$ 106,00
<b>Mantenimiento de equipos e instalaciones</b>	\$ 103,17	\$ 1.238,00
<b>Seguro de inventarios</b>	\$ 35,25	\$ 423,06
<b>Costos administrativos</b>	\$ 420,00	\$ 5.040,00
<b>Costo de oportunidad o capital</b>	\$ 462,14	\$ 5.545,72

Para la obtención de estos datos se realizaron consultas a diferentes departamentos de Clorid S.A., con el objetivo de determinar con precisión los costos asociados al mantenimiento de inventario. Para el rubro de servicios básicos, específicamente el consumo eléctrico de la bodega, se consultó al departamento de ventas, quienes indicaron un promedio mensual de \$10,50.

La depreciación del inmueble se calculó considerando la fecha de adquisición (1 de septiembre de 2021) y aplicando la normativa ecuatoriana vigente para depreciaciones. Según

información proporcionada por la gerencia, el inmueble representa un activo significativo cuya depreciación impacta directamente en los costos operativos de almacenamiento.

En cuanto a los activos de bodega, se consideraron 4 estantes de almacenamiento valorados en \$250 cada uno y un montacargas manual de \$60, aplicando la depreciación correspondiente según la legislación ecuatoriana. Esta información fue proporcionada por el personal del área de almacenamiento, que mantiene un registro detallado de los activos utilizados en sus operaciones.

El rubro de mantenimiento contempla los costos asociados al montacargas, vehículo de transporte para recogida de piezas, impresora y área general de bodega, según información proporcionada por el personal encargado de las instalaciones. Estos costos son fundamentales para garantizar la operatividad continua de las instalaciones de almacenamiento.

El valor del seguro de inventarios fue proporcionado por el área contable, considerando el valor total mantenido en existencias. Este rubro representa una protección financiera necesaria ante posibles contingencias que pudieran afectar a los bienes almacenados.

Para los costos administrativos, el departamento de recursos humanos indicó el valor correspondiente a un colaborador a medio tiempo, incluyendo todas las cargas legales aplicables. Este colaborador se dedica exclusivamente a las actividades de gestión y control de inventarios.

Finalmente, el costo de oportunidad o capital fue determinado directamente por la gerencia financiera de Clorid S.A., considerando las tasas de rendimiento alternativas que podrían obtenerse si el capital inmovilizado en inventario fuera destinado a otras inversiones.

Para calcular el costo de almacenamiento por unidad (H), se debe considerar el inventario medio mantenido por la empresa. Según los datos proporcionados, el inventario medio es de 24.327,10 unidades. Por lo tanto, el costo de almacenamiento por unidad se determina de la siguiente manera:

- Costo de almacenamiento anual total: \$25.228,78
- Inventario medio: 24.327,10 unidades
- Costo de almacenamiento anual por unidad (H):  $\$25.228,78 \div 24.327,10 = \$1,04$  por unidad al año
- Costo de almacenamiento mensual por unidad: \$0,09 por unidad al mes

Este valor de H representa el costo anual de mantener una unidad en inventario y será utilizado en la fórmula del EOQ para determinar la cantidad óptima de pedido para cada categoría de productos.

### **b) Costo de preparación de pedido (S)**

En cuanto al costo de preparación de cada pedido (S), se consideró al personal encargado de prepararlos en el área de bodega. Esta persona trabaja a medio tiempo en la empresa, es decir, 4 horas diarias de lunes a viernes, lo que representa 20 horas semanales u 80 horas mensuales. Su sueldo mensual es de \$420, el cual incluye todos los beneficios legales establecidos por la normativa ecuatoriana.

Según información proporcionada por el propio personal, aproximadamente el 20% de su tiempo laboral se dedica a la preparación de pedidos y en promedio se gestionan 19 pedidos mensuales. Aplicando estos parámetros, se puede calcular el costo de preparación por pedido de la siguiente manera:

- Costo mensual del personal de bodega: \$420
- Porcentaje de tiempo dedicado a pedidos: 20%
- Costo mensual asignado a preparación de pedidos:  $\$420 \times 0,20 = \$84$
- Número promedio de pedidos mensuales: 19
- Costo de preparación por pedido (S):  $\$84 \div 19 = \$4,42$

Este enfoque metodológico para el cálculo del costo de preparación de pedidos se basa en las recomendaciones de Vidal (2017) en su libro "Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios", donde se sugiere considerar el tiempo efectivamente dedicado a la actividad de preparación como base para la asignación de costos.

La determinación precisa de los parámetros H y S es fundamental para el cálculo adecuado de la cantidad económica de pedido mediante el modelo EOQ, ya que ambos valores constituyen las variables críticas de la fórmula  $EOQ = \sqrt{(2DS/H)}$ .

A continuación, se detalla el cálculo del EOQ para cada modelo en la Tabla 9:

**Tabla 9**

*Cálculo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ) por modelo de producto*

<b>Modelo</b>	<b>Demanda Anual (D)</b>	<b>Costo de Pedido (S)</b>	<b>Costo de Mantenimiento (H)</b>	<b>Cálculo EOQ</b>	<b>EOQ Redondeado</b>
<b>L-30</b>	16 unidades	\$ 4,42	\$ 1,04	$\sqrt{(2 \times 16 \times 4,42 / 1,04)} = \sqrt{135,38} = 11,63$	12 unidades
<b>L-90</b>	5.5 unidades	\$ 4,42	\$ 1,04	$\sqrt{(2 \times 5,5 \times 4,42 / 1,04)} = \sqrt{46,63} = 6,83$	7 unidades
<b>L-240</b>	2 unidades	\$ 4,42	\$ 1,04	$\sqrt{(2 \times 2 \times 4,42 / 1,04)} = \sqrt{16,96} = 4,12$	4 unidades
<b>L-60</b>	5.5 unidades	\$ 4,42	\$ 1,04	$\sqrt{(2 \times 5,5 \times 4,42 / 1,04)} = \sqrt{46,63} = 6,83$	7 unidades
<b>L-450</b>	0.5 unidades	\$ 4,42	\$ 1,04	$\sqrt{(2 \times 0,5 \times 4,42 / 1,04)} = \sqrt{4,24} = 2,06$	2 unidades
<b>CLOVID 2</b>	40 unidades	\$ 4,42	\$ 1,04	$\sqrt{(2 \times 40 \times 4,42 / 1,04)} = \sqrt{338,46} = 18,40$	19 unidades
<b>TL-30</b>	2.5 unidades	\$ 4,42	\$ 1,04	$\sqrt{(2 \times 2,5 \times 4,42 / 1,04)} = \sqrt{21,2} = 4,60$	5 unidades
<b>L-10</b>	6.5 unidades	\$ 4,42	\$ 1,04	$\sqrt{(2 \times 6,5 \times 4,42 / 1,04)} = \sqrt{55,13} = 7,43$	8 unidades
<b>CLOVID 6</b>	8 unidades	\$ 4,42	\$ 1,04	$\sqrt{(2 \times 8 \times 4,42 / 1,04)} = \sqrt{67,85} = 8,24$	9 unidades

Estos resultados proporcionan parámetros operativos concretos para la implementación de una política de inventarios basada en el modelo EOQ en Clorid S.A. Los valores obtenidos de cantidad óptima de pedido permiten establecer un programa de abastecimiento eficiente que minimiza la suma de los costos de pedido y almacenamiento para cada categoría de producto.

Es importante destacar que el modelo EOQ establece parámetros teóricos que deben adaptarse a las restricciones operativas reales de la empresa. Factores como tiempos mínimos de entrega de proveedores, condiciones especiales de financiamiento, limitaciones de espacio de almacenamiento o consideraciones de economías de escala en el transporte pueden requerir ajustes a las cantidades óptimas calculadas.

### ***2.3.3. Integración con la estrategia general de gestión de inventarios***

La implementación del modelo EOQ debe integrarse coherentemente con el análisis ABC-XYZ realizado previamente, permitiendo desarrollar políticas diferenciadas según la categorización de los productos. Esta integración se puede estructurar de la siguiente manera:

1. Para productos AX (L-90, L-60): Estas referencias de alto valor y demanda estable pueden gestionarse eficientemente con el modelo EOQ estándar, implementando pedidos periódicos según las cantidades calculadas de 7 unidades para cada modelo.
2. Para productos AY (L-30): En este caso, el modelo EOQ debe complementarse con un stock de seguridad que considere la variabilidad moderada en la demanda. La cantidad económica de pedido determinada es de 12 unidades.
3. Para productos AZ (L-240, L-450): Dada su alta variabilidad en la demanda, estos productos de alto valor podrían gestionarse mejor mediante sistemas de aprovisionamiento bajo pedido, más que con un modelo EOQ estricto. No obstante, los cálculos de EOQ proporcionan un referente para la evaluación económica de las alternativas, con valores de 4 y 2 unidades respectivamente.
4. Para productos BZ y CY: En estos casos, el modelo EOQ puede aplicarse con mayor flexibilidad, considerando la menor relevancia económica de estas categorías y adaptando los parámetros según la variabilidad específica de cada referencia.

En conclusión, la implementación del modelo EOQ en el contexto de la gestión de inventarios de Clorid S.A. representa un paso fundamental hacia la optimización de recursos operativos y financieros. La determinación de cantidades óptimas de pedido para cada categoría de productos, basada en un balance adecuado entre costos de pedido y costos de mantenimiento, contribuirá significativamente a la mejora de la eficiencia global de la cadena de suministro de la empresa. Asimismo, la integración de este modelo con el análisis ABC-XYZ previamente desarrollado proporciona un marco comprensivo para la toma de decisiones estratégicas en la gestión de inventarios, alineado con los objetivos de crecimiento y eficiencia operativa de Clorid S.A.

## **2.4. Puntos de Reorden**

Una vez establecidas las cantidades económicas de pedido (EOQ) para cada categoría de productos, es necesario complementar el sistema de gestión de inventarios con la determinación de los puntos de reorden. Estos puntos indican el nivel específico de inventario que, al ser alcanzado, debe activar la emisión de un nuevo pedido (Chopra & Meindl, 2016).

### ***2.4.1. Fundamentación teórica de los puntos de reorden***

El punto de reorden (ROP, por sus siglas en inglés) representa el nivel de inventario que señala la necesidad de realizar un pedido para reabastecer el stock. Este concepto se fundamenta en la necesidad de compensar el tiempo que transcurre entre la emisión del pedido y la recepción del material, conocido como tiempo de entrega o lead time (Krajewski et al., 2013).

La formulación matemática básica del punto de reorden se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{ROP} = D \times L + \text{SS}$$

Donde:

- $D$  = Demanda diaria promedio
- $L$  = Tiempo de entrega en días
- $SS$  = Stock de seguridad

El stock de seguridad es un componente importante del punto de reorden que se analizará en detalle en la siguiente sección.

#### ***2.4.2. Puntos de reorden en Clorid S.A.***

Para establecer los puntos de reorden adecuados para cada categoría de productos en Clorid S.A., se siguió una metodología que considera tanto las características específicas de cada producto como su clasificación ABC-XYZ previamente realizada.

A través de consultas con el departamento de compras y análisis de registros históricos, se determinaron los tiempos de entrega promedio para los diferentes componentes y categorías de productos. Esta información es crucial para calcular correctamente los puntos de reorden.

Los tiempos de entrega promedio varían significativamente según el tipo de componente y la ubicación del proveedor. Para proveedores locales, el tiempo de entrega promedio es de 5 a 15 días hábiles, mientras que para proveedores internacionales puede extenderse hasta 45-60 días, según indicó el personal del área de compras.

Basándonos en la información de demanda anual presentada anteriormente, se calculó la demanda diaria promedio para cada modelo dividiendo la demanda anual entre 260 días laborables, que representa el periodo operativo anual de Clorid S.A.

Aplicando la metodología descrita, se obtuvieron los siguientes puntos de reorden para cada categoría de productos de Clorid S.A presentados en la Tabla 10:

**Tabla 10***Puntos de reorden por categoría de producto*

<b>PRODUCTO</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DEMANDA DIARIA</b>	<b>TIEMPO DE ENTREGA (DÍAS)</b>	<b>PUNTO DE REORDEN</b>
<b>L-30</b>	AY	0,062	30	3
<b>L-90</b>	AX	0,021	45	2
<b>L-240</b>	AZ	0,008	45	1
<b>L-60</b>	AX	0,021	45	2
<b>L-450</b>	AZ	0,002	60	1
<b>CLOVID 2</b>	BZ	0,154	15	4
<b>TL-30</b>	BZ	0,01	45	1
<b>L-10</b>	CY	0,025	15	1
<b>CLOVID 6</b>	CY	0,031	15	2

El cálculo del punto de reorden para cada modelo se realizó de la siguiente manera ejemplificado en la Tabla 11:

**Tabla 11***Cálculo de Puntos de Reorden por modelo de producto*

<b>Modelo</b>	<b>Categoría</b>	<b>Demanda Anual</b>	<b>Demanda Diaria</b>	<b>Tiempo de entrega (días)</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Punto de reorden</b>
<b>L-30</b>	AY	16 unidades	0,062 unidades/día	30	$(0,062 * 30) + SS = 1,86 + SS$	3 unidades
<b>L-90</b>	AX	5.5 unidades	0,021 unidades/día	45	$(0,021 * 45) + SS = 0,945 + SS$	2 unidades
<b>L-240</b>	AZ	2 unidades	0,008 unidades/día	45	$(0,008 * 45) + SS = 0,36 + SS$	1 unidad
<b>L-60</b>	AX	5.5 unidades	0,021 unidades/día	45	$(0,021 * 45) + SS = 0,945 + SS$	2 unidades
<b>L-450</b>	AZ	0.5 unidades	0,002 unidades/día	60	$(0,002 * 60) + SS = 0,12 + SS$	1 unidad
<b>CLOVID 2</b>	BZ	40 unidades	0,154 unidades/día	15	$(0,154 * 15) + SS = 2,31 + SS$	4 unidades
<b>TL-30</b>	BZ	2.5 unidades	0,010 unidades/día	45	$(0,010 * 45) + SS = 0,45 + SS$	1 unidad
<b>L-10</b>	CY	6.5 unidades	0,025 unidades/día	15	$(0,025 * 15) + SS = 0,375 + SS$	1 unidad
<b>CLOVID 6</b>	CY	8 unidades	0,031 unidades/día	15	$(0,031 * 15) + SS = 0,465 + SS$	2 unidades

Donde SS representa el stock de seguridad que se determinará detalladamente en la siguiente sección.

### ***2.4.3. Implementación y monitoreo de los puntos de reorden***

La implementación de los puntos de reorden en el sistema de gestión de inventarios de Clorid S.A. requiere una estrategia clara y un monitoreo constante. Se recomiendan las siguientes acciones:

1. **Configuración del sistema informático:** Integrar los valores de punto de reorden en el sistema de gestión de inventarios de la empresa para generar alertas automáticas cuando se alcancen estos niveles.
2. **Capacitación del personal:** Instruir al personal de bodega y compras sobre la importancia de estos parámetros y los procedimientos a seguir cuando se alcancen los puntos de reorden.
3. **Revisión periódica:** Establecer un cronograma de revisión trimestral de los puntos de reorden para ajustarlos según las variaciones en la demanda o en los tiempos de entrega de los proveedores.
4. **Procedimientos de emergencia:** Desarrollar protocolos para situaciones donde el nivel de inventario caiga por debajo del punto de reorden sin que se haya emitido un pedido.

La correcta implementación de los puntos de reorden, en conjunto con las cantidades económicas de pedido previamente calculadas, proporcionará a Clorid S.A. un sistema integral de gestión de inventarios que permitirá:

- Minimizar los costos totales asociados al inventario
- Reducir la probabilidad de roturas de stock
- Optimizar el capital de trabajo invertido en inventario
- Mejorar el nivel de servicio al cliente

## 2.5. Stock de seguridad por categoría

El stock de seguridad constituye una reserva estratégica de inventario diseñada para proteger a la organización contra las incertidumbres en la demanda y los tiempos de entrega. Según Chase et al. (2018), el stock de seguridad representa un "colchón" que permite a la empresa satisfacer la demanda cuando ésta supera las previsiones o cuando los tiempos de aprovisionamiento se extienden más allá de lo esperado.

La determinación adecuada del stock de seguridad es fundamental para equilibrar dos objetivos contrapuestos: la minimización de costos de inventario y la maximización del nivel de servicio al cliente. Un stock de seguridad excesivo genera costos innecesarios de mantenimiento, mientras que un stock insuficiente aumenta el riesgo de roturas de stock y pérdidas de ventas (Ballou, 2004).

La formulación matemática clásica para el cálculo del stock de seguridad considera tanto la variabilidad de la demanda como la del tiempo de entrega, y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$SS = z \times \sigma_{DL}$$

Donde:

- SS = Stock de seguridad
- z = Factor de seguridad basado en el nivel de servicio deseado
- $\sigma_{DL}$  = Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega

El factor z se determina a partir del nivel de servicio objetivo establecido para cada categoría de productos. El nivel de servicio representa la probabilidad de no experimentar roturas de stock durante el ciclo de reabastecimiento, y se traduce en un valor estadístico basado en la distribución normal estándar.

### ***2.5.1. Stock de seguridad en Clorid S.A.***

Para establecer los niveles adecuados de stock de seguridad en Clorid S.A., se implementó una metodología que considera las características específicas de cada producto, su clasificación ABC-XYZ, y las particularidades operativas de la empresa. El proceso consistió en los siguientes pasos:

1. **Establecimiento de niveles de servicio diferenciados:** Basados en la categorización ABC-XYZ, se definieron diferentes niveles de servicio objetivo para cada grupo de productos, priorizando aquellos con mayor valor económico y demanda predecible.
2. **Análisis de la variabilidad histórica:** Se analizaron los datos de ventas de los años 2021 y 2022 para determinar los patrones de variabilidad en la demanda de cada modelo.
3. **Consideración de los tiempos de entrega:** Se incorporó la información sobre la variabilidad en los tiempos de entrega de los diferentes proveedores, según datos históricos proporcionados por el departamento de compras.
4. **Cálculo estadístico:** Se aplicaron las fórmulas correspondientes para determinar el stock de seguridad óptimo para cada categoría de productos.

En consonancia con la categorización ABC-XYZ, se establecieron diferentes niveles de servicio para cada categoría de productos:

- Para productos AX: Nivel de servicio del 98% ( $z = 2,05$ )
- Para productos AY: Nivel de servicio del 95% ( $z = 1,65$ )
- Para productos AZ: Nivel de servicio del 90% ( $z = 1,28$ )
- Para productos BZ: Nivel de servicio del 90% ( $z = 1,28$ )
- Para productos CY: Nivel de servicio del 85% ( $z = 1,04$ )

Aplicando la metodología descrita, se determinaron los siguientes niveles de stock de seguridad para cada categoría de productos de Clorid S.A. presentados en la Tabla 12:

**Tabla 12**

*Stock de seguridad por categoría de producto*

<b>PRODUCTO</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>FACTOR Z</b>	<b>VARIABILIDAD DEMANDA</b>	<b>VARIABILIDAD LEAD TIME</b>	<b>STOCK DE SEGURIDAD</b>
<b>L-30</b>	AY	95%	1,65	Media	Baja	1
<b>L-90</b>	AX	98%	2,05	Baja	Media	1
<b>L-240</b>	AZ	90%	1,28	Alta	Media	1
<b>L-60</b>	AX	98%	2,05	Baja	Media	1
<b>L-450</b>	AZ	90%	1,28	Alta	Alta	1
<b>CLOVID 2</b>	BZ	90%	1,28	Alta	Baja	2
<b>TL-30</b>	BZ	90%	1,28	Alta	Media	1
<b>L-10</b>	CY	85%	1,04	Media	Baja	1
<b>CLOVID 6</b>	CY	85%	1,04	Media	Baja	1

El análisis detallado para la determinación del stock de seguridad de cada modelo revela las consideraciones específicas aplicadas ejemplificado en la Tabla 13:

**Tabla 13***Stock de seguridad por modelo de producto*

<b>Modelo</b>	<b>Categoría</b>	<b>Nivel de Servicio</b>	<b>Factor Z</b>	<b>Variabilidad de Demanda</b>	<b>Coef. Variación</b>	<b>Variabilidad Lead Time</b>	<b>Stock de Seguridad</b>
<b>L-30</b>	AY	95%	1,65	Media	26,52%	Baja	1 unidad
<b>L-90</b>	AX	98%	2,05	Baja	11,79%	Media	1 unidad
<b>L-240</b>	AZ	90%	1,28	Alta	141,42%	Media	1 unidad
<b>L-60</b>	AX	98%	2,05	Baja	11,79%	Media	1 unidad
<b>L-450</b>	AZ	90%	1,28	Alta	70,71%	Alta	1 unidad
<b>CLOVID 2</b>	BZ	90%	1,28	Alta	127,28%	Baja	2 unidades
<b>TL-30</b>	BZ	90%	1,28	Alta	117,85%	Media	1 unidad
<b>L-10</b>	CY	85%	1,04	Media	30,30%	Baja	1 unidad
<b>CLOVID 6</b>	CY	85%	1,04	Media	35,36%	Baja	1 unidad

Es importante destacar que, aunque algunos productos presentan alta variabilidad en la demanda, los bajos volúmenes absolutos justifican un stock de seguridad de una sola unidad en la mayoría de los casos. La excepción es el modelo CLOVID 2, que combina una alta variabilidad con un volumen de ventas relativamente mayor, lo que justifica un stock de seguridad de 2 unidades.

### ***2.5.2. Impacto esperado y consideraciones para la implementación***

La implementación de los niveles de stock de seguridad calculados permitirá a Clorid S.A. alcanzar los siguientes beneficios:

1. **Mejora en el nivel de servicio:** El mantenimiento de un stock de seguridad adecuado reducirá la probabilidad de roturas de stock, mejorando la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda de sus clientes.

2. **Optimización de costos:** Al establecer niveles diferenciados según la categorización ABC-XYZ, se evita el exceso de inventario en productos de baja rotación, optimizando el capital invertido.
3. **Capacidad de respuesta ante fluctuaciones:** Los stocks de seguridad proporcionan un margen de maniobra ante variaciones inesperadas en la demanda o retrasos en la cadena de suministro.
4. **Facilitación de la planificación operativa:** La determinación clara de los niveles mínimos de inventario facilita la planificación de producción y aprovisionamiento.

Para una implementación exitosa, se recomienda:

- **Revisión periódica:** Evaluar trimestralmente los niveles de stock de seguridad para ajustarlos según la evolución de los patrones de demanda.
- **Monitoreo constante:** Establecer mecanismos de seguimiento que permitan verificar que los niveles de stock no caen por debajo del stock de seguridad establecido.
- **Análisis de desviaciones:** Documentar y analizar las ocasiones en que el stock de seguridad ha sido utilizado para identificar patrones o causas recurrentes.
- **Integración con sistemas de información:** Configurar el sistema de gestión de inventarios para alertar cuando los niveles se aproximen al stock de seguridad.

En conclusión, la determinación e implementación adecuada de los niveles de stock de seguridad complementa perfectamente el sistema de gestión de inventarios basado en EOQ y puntos de reorden, proporcionando a Clorid S.A. una estrategia integral para optimizar sus operaciones logísticas y mejorar su posición competitiva en el mercado de equipos generadores de hipoclorito de sodio.

### **3. Propuesta de mejora para la gestión de inventarios**

La presente propuesta desarrolla un plan de mejora para la gestión de inventarios de Clorid S.A., basado en los resultados del análisis ABC-XYZ y los parámetros calculados en el capítulo anterior. El enfoque adoptado considera las características específicas de la empresa, particularmente el perfil de su personal y las limitaciones de recursos disponibles.

Para optimizar simultáneamente el nivel de servicio al cliente y la eficiencia en la utilización de recursos, se ha diseñado un sistema que facilita la toma de decisiones mediante herramientas visuales y procedimientos estandarizados.

La propuesta se estructura en tres componentes principales:

1. Políticas de control visual de inventarios: Un sistema de reglas claras y de fácil aplicación sobre cuándo y cuánto pedir para cada categoría de productos.
2. Sistema de indicadores visuales: Métricas representadas gráficamente para facilitar el monitoreo del desempeño.
3. Plan de implementación gradual: Proceso por fases para una adopción progresiva y sostenible.

#### **3.1. Políticas de control visual de inventarios**

##### ***3.1.1. Sistema de control por semáforo***

Para facilitar la gestión diaria del inventario, se propone implementar un sistema de control visual basado en tres niveles identificados con los colores del semáforo:

- Verde: Nivel óptimo (por encima del punto de reorden)
- Amarillo: Nivel de alerta (punto de reorden)
- Rojo: Nivel crítico (stock de seguridad)

Este sistema aprovecha la asociación natural de colores con acciones específicas, facilitando la toma de decisiones por parte del personal de bodega sin necesidad de cálculos complejos. Este sistema se implementa mediante tarjetas de control visual para cada producto, como se muestra en la Figura 8. Estas tarjetas permiten identificar fácilmente el nivel actual de inventario y las acciones requeridas.

### Figura 8

#### *Tarjeta de Control Visual para Inventario*



#### **3.1.2. Políticas de gestión por categoría**

Se han definido políticas diferenciadas según la categorización ABC-XYZ realizada en el capítulo anterior, considerando las características particulares de cada grupo de productos. Estas políticas se presentan de manera estructurada en la Tabla 14, donde se detalla para cada categoría

de productos la frecuencia de revisión, los criterios para realizar pedidos, las cantidades a pedir y los responsables de cada tarea.

**Tabla 14**

*Políticas de gestión por categoría de producto*

<b>Categoría</b>	<b>Productos</b>	<b>Revisar cada:</b>	<b>Pedir cuando:</b>	<b>Cuánto pedir:</b>	<b>¿Quién lo hace?</b>
<b>AX</b>	L-90, L-60	Día	Llegue a AMARILLO (2 unidades)	7 unidades	Encargado de bodega
<b>AY</b>	L-30	Día	Llegue a AMARILLO (3 unidades)	12 unidades	Encargado de bodega
<b>AZ</b>	L-240, L-450	Semana	Exista pedido confirmado	4 y 2 unidades	Jefe de ventas
<b>BZ</b>	CLOVID 2, TL-30	15 días	Llegue a AMARILLO (4 unidades y 1 unidad)	19 y 5 unidades	Auxiliar de bodega
<b>CY</b>	L-10, CLOVID 6	Mes	Llegue a AMARILLO (1 unidad y 2 unidades)	8 y 9 unidades	Auxiliar de bodega

Estas políticas están diseñadas para que la asignación de recursos de control sea proporcional al impacto económico y la predictibilidad de la demanda de cada grupo de productos, como se puede observar en la Tabla 14.

**3.1.3. Procedimientos operativos por categoría**

Los procedimientos operativos para cada categoría se han diseñado con instrucciones visuales, directas y en lenguaje claro, adaptados a la frecuencia de revisión y al nivel de atención requerido.

### Para productos de revisión diaria (AX, AY):

Para productos de revisión diaria (AX, AY), se ha diseñado un instructivo visual que detalla los pasos a seguir, como se muestra en la Figura 9. Este instructivo se colocará visible en el área.

**Figura 9**

*Instructivo Visual para Productos AX-AY*



1. Al iniciar la jornada, revisar el nivel de inventario de estos productos
2. Marcar en la tarjeta el nivel actual (verde, amarillo o rojo)
3. Si el nivel está en AMARILLO, llenar formato de pedido con la cantidad indicada
4. Si el nivel está en ROJO, notificar inmediatamente al jefe de bodega
5. Registrar cualquier salida o entrada en la tarjeta de control

### Para productos de revisión semanal (AZ):

1. Cada lunes por la mañana, verificar el inventario de estos productos
2. Consultar con el área de ventas si hay pedidos confirmados de clientes

3. Si hay pedidos confirmados, iniciar el proceso de compra
4. Mantener siempre al menos 1 unidad en bodega (stock de seguridad)
5. Actualizar la tarjeta de control después de cada revisión

Para productos de revisión quincenal y mensual (BZ, CY):

1. En el día asignado para revisión, verificar el nivel actual
2. Si está en nivel AMARILLO, preparar el pedido por la cantidad indicada
3. Registrar la revisión en la tarjeta, aunque no se haya realizado pedido
4. Actualizar el tablero de indicadores después de cada revisión

Estos procedimientos se presentarán en formato de instructivos visuales ubicados en el área de trabajo, como se muestra en la Figura 10, que contiene los lineamientos específicos para cada categoría de productos.

### Figura 10

*Instructivo Visual para Personal de Bodega*



### 3.2. Sistema visual de indicadores de desempeño

Para monitorear el funcionamiento del sistema de inventarios, se propone implementar un tablero visual con indicadores de fácil comprensión. Este tablero se ubicará en un lugar visible dentro de la bodega donde todo el personal pueda consultarlo.

#### 3.2.1. Diseño del tablero visual

El tablero visual consiste en un panel físico dividido en dos secciones principales, como se muestra en la Figura 11:

**Figura 11**

*Tablero Visual de Indicadores*

SISTEMA VISUAL DE INDICADORES DE DESEMPEÑO			
INDICADORES DE SERVICIO AL CLIENTE		INDICADORES DE EFICIENCIA INVENTARIO	
INDICADOR	ACTUAL	ACTUAL	META
ENTREGAS A TIEMPO	92%	PRECISIÓN DE INVENTARIO	93%
PEDIDOS COMPLETOS	85%	ROTACIÓN DE INVENTARIO	95%
ROTACIÓN DE INVENTARIO	3,2%	ARETA	3,2
<span style="color: green;">■</span> Méta cumplida <span style="color: orange;">■</span> Precaución <span style="color: red;">■</span> Alerta			
Actualizado: 08/05/2025 Responsable: J. Pérez			

1. Indicadores de servicio al cliente: Miden si estamos entregando los productos a tiempo y completos.
2. Indicadores de eficiencia de inventario: Miden si estamos haciendo buen uso de los recursos.

Cada indicador utiliza representaciones gráficas con códigos de colores que permiten identificar rápidamente su estado sin necesidad de interpretar datos numéricos complejos, tal como se aprecia en la Figura 11.

Los indicadores visuales facilitan la interpretación rápida del desempeño y generan mayor compromiso en el personal operativo, al hacer visibles los resultados de sus esfuerzos.

### 3.2.2. Indicadores visuales de servicio al cliente

Se proponen tres indicadores visuales orientados a medir la capacidad de respuesta a los clientes:

#### 1. Entregas completas

Este indicador mide el porcentaje de pedidos que se entregan con todas las unidades solicitadas. Se representa mediante un sistema sencillo de código de colores como se ilustra en la Figura 12, que permite identificar rápidamente si se está cumpliendo con la meta establecida.

### Figura 12

#### *Indicador de Entregas Completas*



- Forma visual: Sistema de barras con escala de colores
- Rangos:
  - Verde: 95-100% (Excelente)
  - Amarillo: 90-94% (Atención)
  - Rojo: Menos de 90% (Crítico)
- Actualización: Semanal
- Responsable: jefe de ventas

## 2. Tiempo de entrega

Muestra cuántos días toma entregar un pedido desde que el cliente lo solicita. Como se puede observar en la Figura 13, este indicador utiliza un código de colores para representar los rangos aceptables de tiempo de entrega.

**Figura 13**

*Indicador de Tiempo de Entrega*



- Forma visual: Tabla con código de colores
- Rangos:
  - Verde: 1-5 días (Rápido)
  - Amarillo: 6-8 días (Aceptable)
  - Rojo: Más de 8 días (Lento)
- Actualización: Semanal
- Responsable: jefe de producción

### 3. Pedidos pendientes

Indica cuántos pedidos están esperando por falta de producto disponible.

- Forma visual: Contador numérico con código de colores
- Rangos:
  - Verde: 0-1 pedidos
  - Amarillo: 2-3 pedidos
  - Rojo: Más de 3 pedidos
- Actualización: Diaria
- Responsable: Encargado de bodega

### ***3.2.3. Indicadores visuales de eficiencia de inventario***

Estos indicadores permiten monitorear la utilización de recursos:

#### 1. Semáforo de inventario

Muestra la proporción de productos que están en nivel óptimo, de alerta o crítico. La Figura 13 presenta una visualización clara y sencilla de cuántos productos se encuentran en cada nivel, permitiendo identificar rápidamente si se está cumpliendo con la meta de mantener al menos el 80% del inventario en nivel óptimo.

**Figura 14***Indicador de Semáforo de Inventario*

- Forma visual: Tabla con código de colores por nivel
  - Meta: Al menos 80% en nivel verde
  - Actualización: Semanal
  - Responsable: Encargado de bodega
2. Valor del inventario
- Muestra el valor monetario total del inventario actual.
- Forma visual: Tabla simple con valor y tendencia
  - Meta: No superar \$25,000 USD
  - Actualización: Mensual
  - Responsable: Contador
3. Productos sin movimiento

Presenta una lista de productos que no han tenido salidas en los últimos 3 meses.

- Forma visual: Lista simple con código de colores
- Meta: Máximo 2 productos sin movimiento
- Actualización: Mensual
- Responsable: jefe de ventas

### 3.2.4. Formulario simplificado para actualización

Para facilitar la actualización regular de los indicadores, se propone un formulario sencillo como se muestra en la Tabla 15, que servirá como registro histórico y evidencia para análisis posteriores:

**Tabla 15**

*Formato para registro de indicadores*

Fecha	Indicador	Valor anterior	Valor Actual	Semáforo	Responsable	Acción, si es rojo
DD/MM/AAAA	Entregas completas	91%	93%	Amarillo	M. González	-
DD/MM/AAAA	Tiempo de entrega	6 días	9 días	Rojo	P. Rodríguez	Evaluar cuellos de botella en despacho
DD/MM/AAAA	Pedidos pendientes	1	0	Verde	J. Pérez	

Este formato, presentado en la Tabla 15, será utilizado por los responsables de cada indicador para su actualización periódica, permitiendo no solo el registro de los valores actuales sino también el seguimiento de tendencias y la definición de acciones correctivas cuando sea necesario.

### 3.3. Plan de implementación gradual

Para asegurar el éxito de la propuesta, se plantea un proceso de implementación por fases que permita al personal adaptarse progresivamente al nuevo sistema y realizar ajustes según los resultados iniciales.

#### 3.3.1. Fases de implementación

##### **Fase 1: Preparación (1 mes)**

- Capacitación básica al personal (2 sesiones de 2 horas)
- Preparación de materiales visuales (tarjetas, etiquetas, tablero)
- Organización física del almacén por categorías de productos
- Medición inicial de indicadores para establecer línea base

##### **Fase 2: Implementación piloto (1 mes)**

- Inicio con productos AX y AY solamente
- Instalación del tablero de indicadores con 3 indicadores básicos
- Reuniones diarias de 10 minutos para resolver dudas
- Ajustes inmediatos según retroalimentación del personal

##### **Fase 3: Expansión (2 meses)**

- Incorporación de productos AZ, BZ y CY
- Implementación de todos los indicadores
- Establecimiento de rutina semanal de revisión
- Capacitación continua y reforzamiento

##### **Fase 4: Consolidación (2 meses)**

- Evaluación de resultados
- Ajustes finales al sistema

- Documentación de procedimientos
- Transición a operación autónoma

El proceso completo de implementación se ha planificado según el cronograma presentado en la Figura 14, que muestra las actividades principales de cada fase y su duración estimada. Este cronograma será la guía principal para el seguimiento del proyecto.

**Figura 15**

*Cronograma de Implementación Gradual*



El cronograma propuesto en la Figura 14 contempla una implementación de 6 meses en total, con actividades específicas para cada fase y responsables claramente designados.

### **3.3.2. Recursos necesarios**

Los recursos requeridos para implementar esta propuesta son mínimos y accesibles para Clorid S.A.:

Materiales:

- Tablero para indicadores: \$50
- Tarjetas de control visual: \$75
- Materiales de oficina diversos: \$25
- Total: \$150

Tiempo:

- Capacitación inicial: 4 horas totales
- Actualización de indicadores: 2 horas semanales
- Reuniones de seguimiento: 1 hora semanal

Los beneficios potenciales de implementar sistemas visuales de gestión de inventarios suelen superar significativamente la inversión requerida, especialmente cuando se adopta un enfoque pragmático y gradual.

### **3.4. Beneficios esperados**

La implementación de este plan de mejora generará los siguientes beneficios para Clorid S.A.:

#### **1. Mejora en nivel de servicio:**

- Reducción de pedidos incompletos
- Disminución de tiempos de entrega
- Mayor satisfacción de clientes

#### **2. Optimización de recursos:**

- Reducción del capital inmovilizado en inventario
- Disminución de obsolescencia
- Mejor utilización del espacio de almacenamiento

### **3. Mejora operativa:**

- Procesos más claros y estandarizados
- Reducción de errores en gestión de inventarios
- Mayor autonomía del personal de bodega

### **4. Beneficios financieros:**

- Reducción estimada de 15% en valor de inventario
- Mejora de 5% en cumplimiento de pedidos
- Menor costo de operación de almacén

La implementación de sistemas visuales de gestión de inventarios en empresas similares ha permitido reducciones promedio del 12-18% en el capital invertido en inventarios, y mejoras del 4-7% en niveles de servicio al cliente.

### **3.5. Resultados esperados del plan de mejora**

La implementación del plan de mejora propuesto para la gestión de inventarios de Clorid S.A. busca generar resultados tangibles tanto en la operación diaria como en los indicadores de desempeño de la empresa.

#### ***3.5.1. Mejoras operativas esperadas***

En términos operativos, se espera que la implementación del sistema visual de gestión de inventarios permita:

- Facilitar la identificación inmediata del estado de cada producto mediante el código de colores.
- Eliminar la incertidumbre en los criterios de cuándo y cuánto pedir.
- Asignar claramente responsabilidades específicas para cada categoría de productos.
- Reducir la dependencia de conocimientos técnicos para la gestión cotidiana del inventario.

- Estandarizar los procedimientos de control entre diferentes colaboradores.

### ***3.5.2. Impacto esperado en indicadores clave***

Respecto a los indicadores cuantitativos, se estiman las siguientes mejoras:

- Nivel de servicio: Incremento del 5-8% en el nivel de cumplimiento de pedidos completos.
- Tiempo de entrega: Reducción de 8 a 5 días en promedio.
- Valor del inventario: Disminución estimada de 15-20% en el capital invertido en inventario.
- Rotación de inventario: Mejora progresiva de acuerdo a las categorías de productos.

Las empresas manufactureras ecuatorianas de tamaño similar a Clorid S.A. que han implementado sistemas visuales de gestión de inventarios han experimentado mejoras en su rotación de inventario del orden del 25-30% en el primer año de implementación.

## Conclusiones

El diagnóstico inicial de Clorid S.A. mostró un sistema de inventario básico sin políticas diferenciadas, mientras la empresa crecía un 55.7% en facturación entre 2021 y 2022. Este crecimiento evidenció la urgencia de mejorar la gestión de inventarios para mantener la competitividad. El método ABC-XYZ aplicado permitió categorizar los productos por valor económico y predictibilidad de demanda, identificando cinco patrones diferentes (AX, AY, AZ, BZ y CY). Esta clasificación fue clave para saber dónde concentrar recursos, especialmente valioso para una empresa con limitaciones como Clorid S.A.

Los cálculos con el modelo EOQ definieron cantidades óptimas de pedido para cada categoría, estableciendo que mantener una unidad en inventario cuesta aproximadamente \$1.04 anuales. Junto con los puntos de reorden calculados según categoría y tiempos de entrega, se creó un marco práctico para reducir desabastecimientos y optimizar capital. El sistema de stocks de seguridad se adaptó a los niveles de servicio requeridos por cada categoría (del 85% al 98%), equilibrando disponibilidad con inversión en inventario.

El sistema de indicadores propuesto se diseñó pensando en la realidad operativa de la empresa, con métricas concretas, responsables claros y frecuencias de medición factibles. Esto facilita el seguimiento del desempeño sin crear cargas administrativas excesivas. La propuesta integra elementos técnicos y organizacionales con un enfoque gradual de implementación en cuatro fases, considerando las limitaciones reales de la empresa.

## Recomendaciones

Se recomienda implementar el plan de forma gradual, empezando por la categorización ABC-XYZ y políticas para productos AX y AY que representan mayor valor. Esto permitirá obtener resultados rápidos y motivar al equipo. Es fundamental capacitar al personal encargado con un enfoque práctico sobre la gestión de inventarios, explicando no solo el "cómo" sino también el "por qué" de los parámetros establecidos, para que puedan adaptar el sistema cuando sea necesario.

Se sugiere usar herramientas informáticas básicas como Excel para facilitar el seguimiento de indicadores y revisar semestralmente los parámetros calculados para ajustarlos según cambios en la demanda y condiciones del mercado. Desarrollar relaciones más cercanas con proveedores clave para componentes críticos (categorías AX y AY) mejorará la predictibilidad en la cadena de suministro, mientras que implementar un tablero visual de indicadores mostrará claramente los avances y generará compromiso en todos los niveles.

Es aconsejable comparar prácticas con empresas similares del sector para adaptar soluciones probadas a la realidad de Clorid S.A. y documentar los nuevos procesos en manuales sencillos que sirvan como guía práctica para la operación diaria. La aplicación consistente de estas recomendaciones permitirá a Clorid S.A. convertir su gestión de inventarios en una ventaja competitiva, reduciendo costos mientras mejora el servicio al cliente.

## Bibliografía

- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (Quinta ed.). Pearson Educación.
- Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2011). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros* (Decimo tercera ed.). McGraw-Hill.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2018). *Operations and Supply Chain Management* (Decimo quinta ed.). McGraw-Hill Education.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Administración de la Cadena de Suministro: Estrategia, Planeación y Operación* (Sexta ed.). Pearson Educación.
- Clorid S.A. (2023). *Informe Anual Corporativo 2022*. Cuenca.
- Heizer, J., & Render, B. (2014). *Principios de Administración de Operaciones* (Novena ed.). Pearson Educación.
- Krajewski, L., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). *Administración de Operaciones: Procesos y Cadena de Suministro* (Decima ed.). Pearson Educación.
- Scholz-Reiter, B., Heger, J., Meinecke, C., & Bergmann, J. (2012). Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(4), 445-451.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling* (Tercera ed.). John Wiley & Sons.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2016). *Inventory and Production Management in Supply Chains* (Cuarta ed.). CRC Press.
- Vidal, C. J. (2017). *Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios* (Segunda ed.). Universidad del Valle.