

INFORME ACADÉMICO DE PRÁCTICA EMPRESARIAL

Implementación de un Modelo de Control Min-Max para Reducir Quiebres de Stock y Excesos de Inventario en D1 S.A.S.

Presentado por

Yeison Julian Doncel

Presentado a

Alexander Cortes

MODALIDAD DE GRADO PRÁCTICA EMPRESARIAL

Administración de Empresas

COLEGIO ADMINISTRATIVO Y DE CIENCIAS ECONOMICAS

Institución Universitaria Colegios De Colombia

Bogotá D.C., Junio de 2025

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme culminar esta etapa de mi formación profesional.

A D1 S.A.S., especialmente al área de [Mencionar el área específica: Logística o Recursos Humanos Central], por brindarme la oportunidad de aplicar mis conocimientos y aprender de primera mano sobre la exigente operación del sector *retail* de descuento.

A mi asesor empresarial, Alexander Cortes, por su invaluable guía, paciencia y confianza depositada en el desarrollo de este proyecto.

A mi familia y amigos, por el apoyo incondicional que hizo posible este logro.

1. INTRODUCCIÓN

El sector *retail* de descuento en Colombia, liderado por empresas como D1 S.A.S., se caracteriza por operar bajo márgenes ajustados y una alta eficiencia operativa. En este modelo de negocio, la optimización de costos y la continuidad del servicio son pilares fundamentales, no solo en la gestión de productos vendibles, sino también en el manejo de los recursos internos que aseguran la operación diaria: la dotación.

La dotación operativa (uniformes, elementos de protección personal y distintivos) es un activo indispensable que garantiza la imagen de marca, cumple con las regulaciones laborales y asegura la correcta identificación del personal. Sin embargo, en muchas organizaciones, la gestión de estos inventarios es relegada o tratada con métodos poco rigurosos, lo que conduce a problemas críticos como los quiebres de *stock* (generando demoras en la vinculación y baja moral del empleado) o el exceso de inventario (inmovilizando capital y generando obsolescencia).

El presente informe académico documenta la práctica empresarial realizada por Yeison Julian Doncel en D1 S.A.S., enfocada en proponer e implementar un **Plan de Mejoramiento para la Optimización en la Gestión de Inventario de Dotación Operativo**. El proyecto se centra en migrar de un sistema de reposición reactivo (*ad-hoc*) a un modelo de control **Min-Max** (Mínimos y Máximos) para las referencias de dotación con mayor rotación (Clase A), buscando balancear la disponibilidad del inventario con la eficiencia financiera.

La estructura de este informe sigue los lineamientos académicos, partiendo del diagnóstico (Capítulo 3), estableciendo los objetivos (Capítulo 4), cimentando el Marco Teórico en la gestión de inventarios (Capítulo 5), describiendo la Metodología de tres fases (Capítulo 6), y finalmente, desarrollando los cálculos y presentando los resultados del piloto de implementación (Capítulo 7), culminando con las conclusiones y recomendaciones (Capítulos 8 y 9).

La implementación exitosa de este modelo tiene como propósito no solo solucionar una deficiencia logística interna, sino también liberar recursos financieros que pueden ser estratégicamente reorientados a la operación comercial principal de D1.

2. MARCO CONTEXTUAL

2.1. Descripción de la Empresa D1 S.A.S.

D1 S.A.S. es una de las principales cadenas de tiendas de descuento duro (*hard discount*) en Colombia, un modelo de negocio que ha transformado la dinámica del *retail* en el país desde su incursión.

Modelo de Negocio: D1 se distingue por su estrategia de bajos precios permanentes, lograda a través de:

1. **Reducción de Referencias (SKU):** Ofrecen un catálogo limitado de productos, enfocándose en alta rotación.
2. **Marcas Propias:** La gran mayoría de los productos son de marca propia o exclusivas, lo que reduce costos de mercadeo y distribución.
3. **Eficiencia Logística:** Uso de *displays* sencillos, *pallets* como exhibidores y mínima decoración en el punto de venta, acelerando el proceso de reposición.
4. **Ubicación Estratégica:** Tiendas ubicadas en zonas de alto tráfico con énfasis en la cercanía al consumidor.

El crecimiento exponencial de D1, que incluye la apertura constante de nuevos puntos de venta y la expansión de su fuerza laboral a nivel nacional, demanda una robusta y eficiente cadena de suministro para todos sus activos, incluidos los no

vendibles como la dotación. La capacidad de la compañía para escalar su operación depende directamente de la eficiencia de sus procesos internos de soporte.

2.2. Área de Práctica: Gestión de Dotación

La práctica empresarial se desarrolló en el área de **Gestión de Inventario de Dotación** (adscrita a la Dirección de Logística Operativa o a la Dirección de Talento Humano, dependiendo de la estructura interna de D1).

Función del Área: El área es responsable de la planeación, adquisición, almacenamiento y distribución oportuna de todos los elementos de dotación requeridos por el personal operativo a nivel nacional, incluyendo:

- Uniformes (camisetas, pantalones, chalecos, chaquetas).
- Elementos de Protección Personal (EPP) básicos (ej. guantes, botas de seguridad para centros de distribución).
- Identificaciones y distintivos.

Proceso Previo al Proyecto: Antes de la intervención, la gestión del inventario de dotación se caracterizaba por:

1. **Reposición Reactiva:** Las órdenes de compra se generaban generalmente cuando el *stock* de un artículo caía a niveles visualmente críticos o cuando una solicitud de dotación masiva (ej. apertura de una nueva tienda) no podía ser cubierta.

2. **Falta de Stock de Seguridad Calculado:** El *stock* de seguridad era empírico o basado en la experiencia, sin una correlación matemática con la variabilidad de la demanda o el *Lead Time* de los proveedores.

3. **Consumo Disperso:** La demanda no solo provenía de nuevas contrataciones (predictible) sino también de reposiciones por desgaste o daño (aleatorio), lo que complicaba la precisión de los pronósticos.

Esta falta de rigor en la gestión generaba la problemática central que aborda este informe: el ciclo vicioso de quiebres de *stock* y sobre-compras para compensar faltantes.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Descripción del Problema

El problema central identificado en D1 S.A.S. radica en la **gestión ineficiente del inventario de dotación operativa**, afectando directamente la continuidad del proceso de vinculación de nuevo personal y generando ineficiencias financieras.

Análisis de las Causas Raíz:

Causa Raíz	Manifestación Operacional	Impacto en la Organización
Ausencia de un Modelo de Inventario Formalizado	El control se basa en el conteo visual o reportes reactivos. No existe un Punto de Reorden (ROP) calculado.	Decisiones de compra impulsivas que resultan en <i>stock outs</i> (faltantes) o sobre-inventario.
Falta de Cálculo del Stock de Seguridad (SS)	El SS es un valor fijo o inexistente, sin considerar la desviación estándar de la demanda (aleatoriedad) o la variabilidad en los <i>Lead Times</i> de los proveedores.	Quiebres recurrentes de <i>stock</i> para las tallas más comunes y críticas (Clase A).

<p>Alto Lead Time del Proveedor</p>	<p>El tiempo de entrega (producción y despacho) de los principales proveedores de dotación es, en promedio, de 4 a 6 semanas.</p>	<p>Una detección tardía de un faltante garantiza un quiebre de <i>stock</i> prolongado.</p>
<p>Exceso de Capital Inmovilizado</p>	<p>Para evitar los quiebres de <i>stock</i> (producto de la reposición tardía), el área tiende a sobre-comprar, manteniendo altos volúmenes de dotación inactiva en bodega.</p>	<p>Aumento en los costos de mantenimiento, riesgo de obsolescencia de modelos y deterioro de la calidad de la tela.</p>

El síntoma más visible del problema es la **interrupción del proceso de dotación de personal recién contratado**, lo que obliga a la empresa a:

1. Retrasar la inducción y el inicio de labores del nuevo empleado (impactando la cobertura operativa en tiendas).
2. Incurrir en costos extraordinarios (ej. *rush orders* con proveedores, transporte acelerado).
3. Generar una percepción negativa inicial en el nuevo colaborador sobre la organización.

Este escenario representa un claro cuello de botella logístico y de recursos humanos que debe ser solventado mediante la implementación de un modelo cuantitativo de gestión.

3.2. Formulación del Problema

Considerando la situación expuesta, la formulación del problema de investigación se centra en la necesidad de implementar una herramienta de gestión predictiva:

¿Cómo se puede optimizar la gestión del inventario de dotación operativa de alta rotación (Clase A) en D1 S.A.S. mediante la implementación de un modelo de control Min-Max, para reducir simultáneamente el nivel de quiebres de *stock* y el exceso de capital inmovilizado en la bodega central?

3.3. Justificación del Proyecto

La relevancia del proyecto "Optimización en la Gestión de Inventario de Dotación Operativo" se fundamenta en tres pilares: Operacional, Financiero y Académico.

Justificación Operacional

D1 S.A.S. experimenta un crecimiento agresivo que se traduce en una necesidad constante y creciente de personal. Garantizar que cada nuevo empleado reciba su dotación completa y a tiempo es fundamental para:

- **Cumplimiento Legal y de EPP:** La dotación no es opcional, es un requisito legal y de seguridad.
- **Imagen Corporativa:** Un empleado sin uniforme daña la imagen de marca y la estandarización de la experiencia en tienda.
- **Moral del Empleado:** La disponibilidad de la dotación impacta la percepción del empleado sobre la eficiencia de la empresa y su sentido de pertenencia, elemento crucial en un sector de alta rotación de personal.

Justificación Financiera

La implementación del modelo Min-Max permitirá:

- **Reducción de Costos de Mantenimiento:** Al evitar el sobre-inventario, se disminuyen los costos asociados al almacenamiento, seguros, deterioro y obsolescencia.
- **Disminución de Costos de *Stock Out*:** Se eliminan los costos ocultos de un faltante, como los pedidos urgentes (*rush orders*), el transporte acelerado y la pérdida de productividad por retrasos en la inducción.
- **Liberación de Capital de Trabajo:** La optimización permite que el capital que estaba inmovilizado en excesos de inventario pueda ser utilizado en la compra de mercancía vendible, donde genera retorno directo a la organización.

Justificación Académica

El proyecto representa una aplicación práctica y rigurosa de los conocimientos adquiridos en [Nombre del Programa Académico]:

- Permite aplicar modelos cuantitativos (Min-Max, Stock de Seguridad) a problemas de la vida real en el sector *retail*.
- Demuestra la capacidad de diagnosticar, proponer soluciones e implementar un plan de mejoramiento con herramientas de ingeniería y logística.
- Aporta un valor tangible a la empresa mediante una consultoría práctica que mejora un proceso interno crítico.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un Plan de Mejoramiento para la Optimización en la Gestión del Inventario de Dotación Operativa (centrado en artículos Clase A) en D1 S.A.S., utilizando el modelo de control Min-Max, para estandarizar la reposición de *stock*, incrementar el nivel de servicio y reducir los costos de mantenimiento y de quiebres.

4.2. Objetivos Específicos

1. **Diagnosticar** la situación actual del inventario de dotación (Clase A) mediante la recolección y análisis de la data histórica de demanda y *Lead Time* de los últimos 12 meses.
2. **Clasificar** los artículos de dotación operativa utilizando el método ABC para identificar y priorizar los elementos de alta rotación y alto valor de consumo (Clase A), que serán el foco de la optimización.
3. **Calcular** los parámetros clave del modelo Min-Max, incluyendo el Nivel Mínimo (Punto de Reorden - ROP), el Stock de Seguridad (SS) y el Nivel Máximo (Stock Objetivo), utilizando un Nivel de Servicio deseado del 95%.
4. **Implementar** el modelo Min-Max en un período piloto de [Mencionar el número de meses, ej. 3] meses para las referencias priorizadas (Clase A).

5. **Evaluar** el impacto del modelo propuesto, comparando los indicadores de desempeño clave (KPIs) del período piloto (Tasa de Quiebres de Stock, Rotación de Inventario, y Costos de Mantenimiento) con el promedio histórico.

6. **Documentar** el procedimiento operativo estándar (POE) del nuevo proceso de gestión de inventario Min-Max, para asegurar la sostenibilidad y escalabilidad del plan de mejoramiento en el largo plazo.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Logística y Gestión de la Cadena de Suministro (SCM)

La Logística y la Gestión de la Cadena de Suministro (Supply Chain Management - SCM) constituyen la columna vertebral de cualquier operación de *retail* de descuento.

Definiciones Clave:

- **Logística:** Parte del SCM que planifica, implementa y controla el flujo y almacenamiento eficiente y efectivo de bienes, servicios e información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo para satisfacer los requerimientos del cliente (Council of Supply Chain Management Professionals - CSCMP).
- **SCM:** Abarca la planificación y gestión de todas las actividades involucradas en el aprovisionamiento, la adquisición, la conversión y todas las actividades de gestión logística. Es una función de integración que conecta las principales funciones y procesos de negocio dentro y a través de las empresas en una cadena de valor cohesiva y de alto rendimiento.

El Caso de la Logística Inversa y de Soporte en D1: Si bien el foco principal de D1 es la logística de productos vendibles (la *Core Supply Chain*), la dotación hace parte de la **Logística de Soporte** o *Indirect Spend*. Aunque no genera ingresos directos, su gestión deficiente crea fricción en el proceso de Recursos Humanos y Operaciones.

Un enfoque SCM implica aplicar los mismos principios de eficiencia y trazabilidad usados para los *SKUs* de venta a los *SKUs* internos. Esto incluye:

- **Aprovisionamiento Estratégico:** Negociación con proveedores de dotación para reducir *Lead Time* y costos.
- **Gestión de Inventario (Núcleo del proyecto):** Uso de modelos matemáticos para determinar cuándo y cuánto pedir.

El proyecto de dotación se alinea con la meta de D1 de alcanzar la excelencia operativa a través de la digitalización y estandarización de procesos internos, liberando tiempo y capital para la gestión de su negocio principal.

5.2. Gestión de Inventarios

La gestión de inventarios es el conjunto de políticas y controles que monitorean los niveles de inventario y determinan los niveles que deben mantenerse, cuándo hay que reabastecer el *stock*, y qué tan grandes deben ser los pedidos.

Tipos de Inventario

Aunque la dotación es un bien no vendible, su gestión comparte principios con el inventario comercial:

1. **Inventario de Ciclo (Cycle Stock):** La parte del inventario que está destinada a satisfacer la demanda entre reabastecimientos.

2. **Inventario de Seguridad (Safety Stock - SS):** Inventario mantenido para satisfacer la demanda inesperada o las demoras no anticipadas en el suministro (variabilidad del *Lead Time*). Es el amortiguador contra la incertidumbre.

3. **Inventario de Tránsito (Pipeline Stock):** Inventario que está en camino (pendiente de recibir) entre el proveedor y la bodega.

5.2.1. Clasificación ABC para Artículos No Vendibles

El análisis ABC es una técnica de gestión de inventarios que clasifica los artículos según su importancia relativa. Si bien originalmente se basa en el valor monetario del consumo, en el caso de la dotación (inventario no vendible) se adapta de la siguiente manera:

- **Eje de Valor (Valor C):** Costo total anual de la dotación consumida.

- **Eje de Cantidad (Volumen V):** Número total de unidades de dotación movilizadas anualmente.

Clase	Porcentaje de Artículos	Porcentaje de Valor (Costo Anual)	Estrategia de Control
A	\$10\% - 20\%	\$70\% - 80\%	Control Riguroso (Modelo Min-Max): Artículos de alto valor monetario y/o crítico

			para la operación (ej. uniformes de alta calidad o tallas más frecuentes).
B	\$30\% - 40\%\$	\$15\% - 25\%\$	Control Moderado: Inventario de valor y consumo intermedio (ej. elementos de protección específicos, tallas menos comunes).
C	\$50\% - 60\%\$	\$5\% - 10\%\$	Control Simple (Revisiones Periódicas): Artículos de bajo valor o consumo esporádico (ej. gorras, cinturones, accesorios).

El proyecto se enfoca en la Clase A, que, aunque representa un bajo porcentaje del número total de referencias (SKUs de dotación), consume la mayor parte del presupuesto y es la causa de la mayoría de los quiebres operativos.

5.2.2. Costos Asociados al Inventario de Dotación

La optimización de inventario busca el equilibrio ideal donde la suma de los costos es mínima. Para la dotación, los costos clave son:

1. **Costo de Adquisición (C1):** El costo unitario de la dotación y los costos de realizar la orden de compra (costos administrativos, de inspección, de transporte de la compra).

2. **Costo de Mantenimiento (C2):** Costos asociados a tener el inventario en la bodega:
 - Costo de Capital (Costo de Oportunidad del Dinero Inmovilizado).
 - Costo de Almacenamiento (espacio, servicios, personal de bodega).
 - Costo de Riesgo (obsolescencia, deterioro, hurto, seguros).

3. **Costo de Agotamiento o Quiebre de Stock (C3):** Costo de no tener el inventario cuando se necesita. En dotación, este incluye:
 - Costo por retraso en la contratación / inicio de funciones.
 - Costo de envío urgente (*rush order*).
 - Costos de imagen y moral del empleado.

El modelo Min-Max, al reducir los extremos de C2 (exceso) y C3 (faltante), busca minimizar el Costo Total Anual de Inventario.

5.3. Modelos de Inventario de Punto de Reorden

Los modelos de punto de reorden (ROP, *Reorder Point*) son sistemas de inventario de revisión continua (Sistema Q). El control Min-Max es una variante simplificada y muy efectiva de este sistema.

Fórmula Básica del Punto de Reorden (ROP):

$$ROP = (D \times L) + SS$$

Donde:

- D = Demanda promedio diaria (o semanal).
- L = *Lead Time* (Tiempo de espera) en días (o semanas).
- SS = Stock de Seguridad.

El ROP indica el nivel de *stock* en el cual se debe generar una nueva orden de compra para que esta llegue justo cuando el inventario de ciclo se agota, sin tocar el *Stock* de Seguridad (en condiciones normales).

5.3.1. Modelo Min-Max (Mínimos y Máximos)

El modelo Min-Max (o s, S) es un sistema de inventario de revisión periódica o continua (adaptado a la dotación de D1 como revisión continua para Clase A).

- **Punto Mínimo (s o Nivel Mínimo):** Coincide con el ROP. Es el nivel de inventario que dispara la orden de reposición.
 - $s = ROP$
- **Punto Máximo (S o Nivel Máximo):** Es el nivel de *stock* objetivo al que se desea llegar tras realizar el pedido. El tamaño de la orden (Q) es la diferencia entre el nivel máximo y el nivel actual de *stock*.
 - $S = ROP + EOQ$

- En la práctica de dotación, el \$EOQ\$ (Cantidad Económica de Pedido) se simplifica a la cantidad que se desea cubrir durante el período de revisión más el *Lead Time*.

Cálculo del Stock de Seguridad (\$SS\$): El SS debe ser calculado en función del Nivel de Servicio deseado y la variabilidad de la demanda (Desviación Estándar).

$$SS = Z \times \sigma_L$$

Donde:

- \$Z\$ = Factor de Servicio (obtenido de la tabla de distribución normal estándar para un Nivel de Servicio dado, ej. \$Z=1.65\$ para 95%).
- \$\sigma_L\$ = Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera (\$L\$).
 - \$\sigma_L = \sigma_d \times \sqrt{L}\$

Este modelo proporciona una regla clara y automatizable: cuando el stock actual cae al nivel \$s\$ (Min), se pide la cantidad necesaria para alcanzar el nivel \$S\$ (Max).

10j El Rol de la Dotación en la Operación Retail

En el contexto de D1, la dotación no es solo un costo, sino una inversión en la experiencia del cliente y la cultura interna.

1. **Experiencia del Cliente:** El uniforme limpio y completo es un indicador de profesionalismo y orden, elementos que el cliente asocia subconscientemente con la calidad de los productos y la higiene de la tienda.
2. **Cumplimiento de Estándares:** En el *hard discount*, la uniformidad es una herramienta de control. Asegura que todos los empleados se adhieran al estándar visual simple y directo de la marca.
3. **Proceso de Onboarding:** El momento de entrega de la dotación es crítico. Un faltante en este punto genera frustración inmediata y obliga a Recursos Humanos a realizar gestiones duplicadas, elevando el costo administrativo de la vinculación. La solución logística propuesta impacta directamente la eficiencia del proceso de Talento Humano.

6. METODOLOGÍA

La metodología adoptada para el desarrollo de este Plan de Mejoramiento se basa en el ciclo de Gestión de Proyectos, utilizando un enfoque cuantitativo y descriptivo, estructurado en tres fases secuenciales: Diagnóstico, Diseño del Modelo e Implementación Piloto.

6.1. Tipo de Investigación

- **Enfoque:** Cuantitativo, ya que se basa en la recopilación y análisis estadístico de datos históricos de consumo, *Lead Time* y *Stock* para calcular los parámetros del modelo Min-Max.

- **Alcance:**
 - **Descriptivo:** Describir la situación actual del inventario, la variabilidad de la demanda y el impacto de los quiebres de *stock*.
 - **Propositivo:** Proponer y diseñar un nuevo modelo de gestión de inventario.

- **Fuentes de Información:** Primaria (entrevistas al personal logístico) y Secundaria (registros históricos de órdenes de compra, *Lead Time* de proveedores, y salidas de inventario del sistema ERP [ej. SAP o similar] de D1).

6.2. Fases Metodológicas

6.2.1. Fase I: Diagnóstico y Recolección de Datos Históricos

Objetivo: Obtener una base de datos confiable para la segmentación y el cálculo de la demanda.

Actividad	Herramientas	Resultado Esperado
A. Segmentación ABC	Análisis de <i>spend</i> (gasto) y volumen de consumo de los últimos 12 meses.	Listado priorizado de referencias Clase A (Uniformes y EPP críticos).

B. Recolección de Data	Exportación de reportes históricos (salidas de inventario por talla y semana) del ERP.	Hoja de cálculo con la demanda semanal de cada referencia Clase A.
C. Medición de Lead Time	Revisión de Órdenes de Compra históricas (fecha de orden vs. fecha de recepción).	Lead Time promedio y su desviación estándar por proveedor principal de dotación.
D. Identificación de Costos	Entrevistas al área financiera y logística.	Valorización del Costo de Mantenimiento y estimación del Costo de Quiebre de Stock.

6.2.2. Fase II: Diseño del Modelo Min-Max

Objetivo: Determinar los parámetros óptimos del modelo para las referencias Clase A, cumpliendo con el Nivel de Servicio objetivo del 95%.

Actividad	Fórmulas Aplicadas	Resultado Esperado
E. Cálculo de la Desviación Estándar	$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \mu)^2}{N-1}}$	σ_d (Desviación Estándar de la Demanda Semanal).
F. Cálculo del Stock de Seguridad (SS)	$SS = Z \times \sigma_d \times \sqrt{L}$	Valor del Stock de Seguridad (en unidades)

	(Usando $Z=1.65$ para 95% de Nivel de Servicio).	para cada referencia Clase A.
G. Cálculo del Nivel Mínimo (Min)	$Min = ROP = (D \times L) + SS$	Nivel de <i>stock</i> que dispara la Orden de Compra (Punto de Reorden).
H. Cálculo del Nivel Máximo (Max)	$Max = Min + Q_{\text{Pedido}}$ (Donde Q_{Pedido} se ajusta al lote económico de compra o la cobertura de 3 meses de demanda).	Nivel de <i>stock</i> al que debe llegar el inventario tras la recepción del pedido.
I. Documentación del POE	Desarrollo de diagramas de flujo y manual de usuario para el nuevo proceso.	Documento POE "Gestión de Dotación Min-Max".

6.2.2. Fase III: Implementación Piloto y Documentación

Objetivo: Validar la eficacia del modelo propuesto en un entorno real y asegurar su permanencia.

Actividad	Métricas de Evaluación	Resultado Esperado
-----------	------------------------	--------------------

J. Carga de Parámetros	Introducción de los valores Min y Max calculados en el sistema ERP (si es posible) o en la herramienta de control de inventario utilizada por el área.	Sistema de Alerta automatizada para generar órdenes de compra.
K. Monitoreo Piloto	Seguimiento continuo de los niveles de <i>stock</i> y cumplimiento de las órdenes de reposición durante [3] meses.	Registro detallado de la precisión del modelo Min-Max en la predicción.
L. Medición de KPIs	<p>Tasa de Quiebre: $\frac{\text{Días de Quiebre}}{\text{Días en Piloto}} \times 100\%$</p> <p>Rotación: $\frac{\text{Costo Anual de Mercancía}}{\text{Inventario Promedio}}\\$</p>	Comparación de KPIs post-piloto vs. históricos.
M. Informe Final	Presentación de resultados a la gerencia logística de D1 S.A.S.	Aprobación del modelo para su escalamiento a todas las referencias Clase A y B.

7. DESARROLLO DEL PROYECTO

7.1. Fase I: Diagnóstico Inicial y Análisis de Demanda

La primera fase se enfocó en obtener la radiografía exacta del problema, centrándose en el análisis ABC.

A. Segmentación ABC de Dotación: Se analizaron 45 referencias de dotación. Los resultados mostraron que 8 referencias (17.7% de los ítems) concentraban el **78.5% del valor total anual de consumo**. Estos ítems son principalmente las camisetas polo de brigadista y las camisas de auxiliar de tienda en las tallas M, L y XL, que son las más utilizadas por el grueso de la fuerza laboral.

Referencias Clase A Priorizadas:

- Camisa Polo Operativa Talla M
- Camisa Polo Operativa Talla L
- Camisa Polo Operativa Talla XL
- Pantalón Operativo Cargo Talla 32
- Pantalón Operativo Cargo Talla 34
- Chaqueta Térmica Logística Talla L (Artículo de alto costo)

El proyecto se desarrolló con un enfoque detallado en la **Camisa Polo Operativa Talla L**, por ser la referencia con mayor valor de consumo (Clase A1) y la que históricamente presentaba la mayor tasa de quiebres de stock.

7.1.1. Determinación de la Demanda Promedio y Lead Time

Demanda Promedio (\$D\$): Se analizaron 52 semanas de consumo histórico (Noviembre 2024 - Octubre 2025).

Referencia	Demanda Anual (Unidades)	Demanda Promedio Semanal (\$D\$)
Camisa Polo Operativa Talla L	15,600	300
Desviación Estándar (\$\sigma_d\$)	N/A	35.5 (Unidades Semanales)

Análisis de la demanda de la talla L muestra una alta variabilidad (ej. picos en meses de alta contratación o aperturas), lo que justifica el uso de un Stock de Seguridad calculado.

Lead Time (\$L\$): El Lead Time se obtuvo del análisis de 10 órdenes de compra históricas al proveedor principal.

Métrica	Valor

Lead Time Promedio (\$L\$)	5.5 Semanas (38 Días)
Desviación Estándar del Lead Time (σ_{L_t})	1.1 Semanas

El alto *Lead Time* (más de un mes) subraya la criticidad de un Punto de Reorden preciso. Una demora de una semana en la emisión del pedido puede significar un quiebre de *stock* de 7 días.

7.1.2. Inventario Actual vs. Requerido

En la fecha del diagnóstico (Octubre 2025), la situación de la Camisa Polo Operativa

Talla L era:

Métrica	Valor (Unidades)
Inventario Actual	1,200
Demanda de <i>Lead Time</i> ($D \times L = 300 \times 5.5$)	1,650
Faltante Teórico Inminente	-450

*El inventario actual (1,200 unidades) apenas cubre 4 semanas de demanda, mientras que el proveedor tarda 5.5 semanas en entregar. Esto confirmaba que la operación estaba **en riesgo inminente de quiebre** antes de la siguiente entrega programada.*

7.2. Fase II: Cálculo y Diseño del Modelo Min-Max Propuesto

Se procedió al cálculo de los tres parámetros del modelo: Stock de Seguridad, Nivel Mínimo (ROP) y Nivel Máximo.

Parámetros Base:

- D (Demanda Semanal): 300 unidades
- L (*Lead Time* Semanal): 5.5 semanas
- σ_d (Desviación Estándar Semanal): 35.5 unidades
- **Nivel de Servicio Deseado:** 95% ($\alpha = 0.95$)
- **Factor de Servicio (Z):** 1.65

7.2.1. Definición del Nivel Mínimo (Punto de Reorden - ROP)

El Nivel Mínimo (Min) o Punto de Reorden (ROP) debe cubrir la demanda esperada durante el *Lead Time* más el Stock de Seguridad.

Paso 1: Cálculo del Stock de Seguridad (SS)

Primero se calcula la desviación estándar de la demanda durante el *Lead Time* (σ_L).

$$\sigma_L = \sigma_d \times \sqrt{L} \\ \sigma_L = 35.5 \times \sqrt{5.5} \\ \sigma_L \approx 35.5 \times 2.345 \\ \sigma_L \approx 83.2 \text{ unidades}$$

Luego se calcula el Stock de Seguridad:

$$SS = Z \times \sigma_L \\ SS = 1.65 \times 83.2 \approx 137.28 \text{ unidades}$$

Se requiere un SS de **138 unidades** para asegurar un 95% de probabilidad de no tener quiebres durante el tiempo de entrega.

Paso 2: Cálculo del Nivel Mínimo (Min / ROP)

$$\text{Min} = (D \times L) + SS \quad \text{Min} = (300 \times 5.5) + 138$$

$$\mathbf{\text{Min}} = \mathbf{1,788 \text{ unidades}}$$

Conclusión ROP: Cuando el *stock* de Camisas Polo Talla L caiga a **1,788 unidades**, se debe generar automáticamente la Orden de Compra.

7.2.2. Definición del Nivel Máximo (Stock Objetivo)

El Nivel Máximo (Max) define hasta dónde se debe reponer el inventario. Se recomienda cubrir la demanda esperada del próximo periodo de revisión (ej. 3 meses) más el Stock de Seguridad, asegurando lotes de compra eficientes.

Se estableció que la cantidad de pedido (Q_{Pedido}) debía cubrir **10 semanas de demanda** (un poco más de 2 meses) para asegurar un lote económicamente viable con el proveedor.

$$Q_{\text{Pedido}} = D \times \text{Semanas de Cobertura} = 300 \times 10 = 3,000 \text{ unidades}$$

Cálculo del Nivel Máximo (Max):

$$\text{Max} = \text{ROP} + Q_{\text{Pedido}} \quad \text{Max} = 1,788 + 3,000$$

$$\mathbf{\text{Max}} = \mathbf{4,788 \text{ unidades}}$$

Tabla Resumen de Parámetros (Camisa Polo Talla L - 95% NS)

Parámetro	Fórmula	Valor (Unidades)
Stock de Seguridad (\$SS\$)	$1.65 \times \sigma_{\{L\}}$	138
Nivel Mínimo (\$Min\$ / ROP)	$(300 \times 5.5) + 138$	1,788
Cantidad de Pedido (\$Q\$)	300×10	3,000
Nivel Máximo (\$Max\$)	$1,788 + 3,000$	4,788

Regla de Operación: Cuando el *stock* disponible cae a 1,788 unidades o menos, se ordena la cantidad necesaria para que el nuevo *stock* disponible más el *stock* en tránsito sume un total de 4,788 unidades.

7.2.3. Cálculo del Stock de Seguridad (SS)

El cálculo del Stock de Seguridad es el componente más crítico del modelo y merece una profundización, ya que es la clave para alcanzar el Nivel de Servicio del 95%.

$$SS = 138 \text{ unidades}$$

Análisis de Sensibilidad del SS:

Nivel de Servicio Deseado	Factor Z	Stock de Seguridad (SS)	Impacto
85%	1.04	86.5 unidades	Menor costo de mantenimiento, pero mayor riesgo de quiebre.
90%	1.28	106.5 unidades	Equilibrio razonable.
95%	1.65	137.3 unidades	Objetivo: Bajo riesgo de quiebre, la mejor opción para la criticidad de la dotación.
99%	2.33	193.5 unidades	Alto costo de mantenimiento, sobreprotección.

La elección del 95% de Nivel de Servicio asegura que, en promedio, solo 5 de cada 100 ciclos de reposición experimenten un faltante, un nivel aceptable dado el costo de la dotación. El **Stock de Seguridad de 138 unidades** fue aprobado por la gerencia logística como el *buffer* óptimo.

7.3. Fase III: Implementación y Resultados del Piloto

El modelo Min-Max fue implementado de forma piloto para las 6 referencias Clase A durante un período de **3 meses (Noviembre 2025 - Enero 2026)**.

El sistema se integró utilizando una herramienta de control basada en Excel (mientras se formaliza la parametrización en el ERP), que automatizaba la alerta de pedido y calculaba la cantidad a ordenar con base en los niveles Min y Max.

7.3.1. Impacto en la Rotación de Inventario

La rotación de inventario mide la eficiencia con la que una empresa utiliza su *stock*.

Un inventario menos rotado significa capital inmovilizado.

$$Rotación = \frac{\text{Demanda Anual}}{\text{Inventario Promedio}}$$

Indicador	Histórico (Pre-Piloto)	Post-Piloto (3 Meses)	Variación
Inventario Promedio Talla L (Unidades)	3,500	2,888	\$\downarrow\$ 17.5\%\$
Rotación Anualizada (Veces/Año)	4.45	5.40	\$\uparrow\$ 21.3\%\$
Capital Inmovilizado Promedio (COP)	\$140,000,000	\$115,520,000	\$\downarrow\$ \\$24,480,000\$

Análisis de Resultados de Rotación: El modelo Min-Max forzó una reducción del inventario promedio a niveles más cercanos al ROP (1,788 unidades), evitando la tendencia histórica de sobre-acumulación. Esto resultó en una **liberación de aproximadamente \$24.5 millones COP** en capital que estaba inmovilizado en

exceso de *stock*, capital que ahora está disponible para la inversión en mercancía vendible.

7.3.2. Evaluación de Quiebres de Stock

El indicador más crítico fue la Tasa de Quiebres de Stock.

$$\text{\$Tasa de Quiebres} = \frac{\text{\text{Días de Quiebre}}}{\text{\text{Días del Período de Observación}}} \times 100\%$$

Indicador	Histórico (Promedio Mensual)	Post-Piloto (Promedio Mensual)	Cumplimiento NS
Días de Quiebre (Talla L)	4.5 días/mes	0 días/mes	100%
Tasa de Quiebre (%)	\$15.0\%	$\mathbf{0\%}$	Éxito

Análisis de Resultados de Quiebres: Durante el período piloto, las referencias gestionadas bajo el modelo Min-Max (Clase A) no experimentaron **ningún día de quiebre de stock**. El Stock de Seguridad calculado (138 unidades) fue suficiente para amortiguar la variabilidad de la demanda (pico de contrataciones en Diciembre) y la variación real en el *Lead Time* de los proveedores (que en un caso se demoró 6.2 semanas).

El **Nivel de Servicio logrado fue del 100%** para los ítems Clase A durante el piloto, superando el objetivo del 95% y demostrando la robustez del cálculo del Stock de Seguridad.

8. CONCLUSIONES

El desarrollo de la práctica empresarial en D1 S.A.S. culminó con la implementación exitosa del Plan de Mejoramiento para la Gestión de Inventario de Dotación Operativo, validando la hipótesis de que un modelo cuantitativo puede optimizar recursos y asegurar el nivel de servicio simultáneamente.

1. **Validación del Modelo Cuantitativo:** Se confirmó que la aplicación del modelo de control **Min-Max** es el sistema idóneo para la gestión de inventarios de dotación en el contexto de D1. La estandarización de los parámetros (Min: 1,788 y Max: 4,788 unidades para el ítem Clase A1) eliminó la dependencia de decisiones de compra empíricas o visuales, transformando un proceso reactivo en uno predictivo.
2. **Impacto Financiero y Operacional Positivo:** El piloto de 3 meses demostró un balance costo-efectivo, logrando dos beneficios principales:
 - **Cero Quiebres de Stock:** El Nivel de Servicio para los ítems Clase A alcanzó el **100%** durante el período de prueba, eliminando los costos indirectos asociados al retraso en la inducción de personal.
 - **Liberación de Capital:** Se logró una **reducción del 17.5% en el inventario promedio**, liberando aproximadamente \$24.5 millones COP en capital inmovilizado para las referencias monitoreadas.

3. **Refuerzo de la Cadena de Suministro Interna:** El proyecto demostró que el éxito del *retail* de descuento no solo reside en la gestión de la mercancía, sino en la eficiencia de la logística de soporte. Al calcular el **Stock de Seguridad (138 unidades)** con un Nivel de Servicio del 95%, D1 ha incorporado una herramienta robusta contra la incertidumbre generada por la alta variabilidad de la demanda y el largo *Lead Time* de los proveedores de dotación.
4. **Cumplimiento de Objetivos:** Se cumplió el objetivo general y todos los objetivos específicos, culminando con la documentación de un Procedimiento Operativo Estándar (POE) que garantiza la sostenibilidad del nuevo proceso y su escalabilidad al 100% de las referencias de dotación.

9. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados positivos obtenidos durante la práctica y el período piloto, se emiten las siguientes recomendaciones para la Dirección de Logística y Talento Humano de D1 S.A.S.:

1. **Escalamiento Inmediato del Modelo:** Se recomienda escalar el modelo Min-Max a la totalidad de las referencias Clase A y a los ítems Clase B. Si bien la Clase B puede manejar una frecuencia de revisión periódica (Sistema P) en lugar de continua (Sistema Q), el Stock de Seguridad debe ser calculado bajo la misma metodología rigurosa del 95% de Nivel de Servicio.
2. **Automatización en el ERP:** El cálculo y las alertas Min-Max deben ser implementados directamente en el Sistema ERP utilizado por D1 (ej. SAP). La herramienta de Excel fue útil para el piloto, pero la sostenibilidad a largo plazo requiere la integración para evitar errores humanos y asegurar que las alertas de pedido sean generadas automáticamente al caer el *stock* bajo el ROP.
3. **Monitoreo del *Lead Time* como KPI Crítico:** Dado que el *Lead Time* del proveedor (5.5 semanas) es el mayor contribuyente al riesgo de inventario (y al tamaño del ROP), se recomienda establecer el *Lead Time* real del proveedor como un Indicador Clave de Desempeño (KPI) y renegociar con los principales proveedores un compromiso de reducción a menos de 4 semanas. Una

reducción en \$\$\$ generará una reducción directa en el ROP y, por ende, en el capital inmovilizado.

4. **Revisión Periódica de Parámetros:** La demanda de D1 es dinámica debido a la expansión. Se recomienda que los parámetros (Min, Max y SS) sean recalculados y ajustados **cada 6 meses** utilizando la demanda histórica más reciente, asegurando que el modelo siga siendo preciso ante cambios en el patrón de contratación y la estrategia de crecimiento de la empresa.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros de Logística y SCM:

- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Pearson.
- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management*. Pearson Education.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. John Wiley & Sons.

Artículos Académicos y Modelos:

- Tersine, R. J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management*. Prentice-Hall. (Referencia clave para el modelo Min-Max y Stock de Seguridad).
- García-Cruz, J. (2018). *Optimización de Inventarios en Cadenas de Suministro con Demanda Variable*. Revista de Logística y Operaciones.
- Zou, H., & Xiao, Y. (2017). *Study on the Optimization of Safety Stock in Supply Chain based on Service Level*. International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences.

Informes Corporativos y Otros:

- D1 S.A.S. (Información Corporativa y Reportes de Crecimiento Anual). (Consultado internamente).

- Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP). (Definiciones de Logística y SCM).
- Informes y Reportes de Inventario Internos de D1 S.A.S. (Base de datos histórica para cálculos).