

**Propuesta de Mejora para el Área de Almacenamiento de la Empresa Inversiones
DIMALU S.A.S.**

Johan Sebastian Correal Muñoz

Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Santo Tomás

Diplomado en Gestión de Centros Logísticos

Prof. Hernando Alexander Gutiérrez Sánchez

01 de mayo de 2026

Línea de Investigación a la que Pertenece el Estudio de Caso

- **Línea de investigación:** Mejoramiento de Procesos (MP).
- **Sublínea de investigación:** Logística y Operaciones.
- **Espacios académicos que la soportan:** Gestión de la Producción; *Supply Chain Management*; Investigación de Operaciones I y II; Gestión y Control de Calidad; Diplomado en Gestión de Centros Logísticos.

Presentación del Caso

- **Nombre de la empresa:** Inversiones DIMALU S.A.S.
- **Años de antigüedad:** 11 años.
- **Ubicación:** Calle 23 # 16-34, Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia.
- **Sector empresarial al que pertenece / CIU:** Fabricación de insumos de aseo / 2023.
- **Productos y/o servicios que ofrece:** Producción y comercialización de 21 tipos de productos de limpieza líquidos, envasados en 8 formatos distintos, incluyendo desengrasantes, removedores y jabones.

Planteamiento del Problema

La empresa Inversiones DIMALU S.A.S. enfrenta una ineficiencia sistémica en su área de almacenamiento que limita su capacidad operativa y afecta negativamente su estructura de costos. El problema central se origina en la ausencia de un diseño de *distribución de planta* formal y de una infraestructura de almacenamiento adecuada, lo que impide la aplicación de principios básicos de gestión de centros logísticos. La operación actual se desarrolla en un área total de 54.58 m², de los cuales aproximadamente 33.38 m² (61.15 % del total) se destinan al almacenamiento. En la actualidad, este espacio es gestionado de manera empírica y desorganizada.

Esta deficiencia estructural se manifiesta en una serie de consecuencias operativas y financieras cuantificables. En primer lugar, el flujo de materiales es caótico, caracterizado por contraflujos, recorridos innecesarios y cuellos de botella. Esta desorganización genera un tiempo improductivo estimado en un 10 % de la jornada laboral para los cuatro operarios del área, lo que se traduce en un costo oculto directo de aproximadamente \$570.000 mensuales. En segundo lugar, la falta de sistemas de almacenamiento vertical (estanterías) obliga al apilamiento de productos directamente sobre el suelo. Esto no solo desaprovecha más del 60 % del espacio cúbico disponible (con una altura útil de 2.5 a 3 metros), sino que también provoca daños en envases y derrames de producto. Estas mermas representan una pérdida financiera que oscila entre el 0.5 % y el 1.0 % de las ventas mensuales, equivalentes a un rango de \$215.250 a \$430.500.

Adicionalmente, la manipulación de cargas es enteramente manual. Los operarios mueven cargas superiores a 20 kg sin equipos de apoyo, lo que eleva significativamente el riesgo de lesiones musculoesqueléticas y accidentes laborales. La gestión de inventarios, basada en la

memoria y experiencia del personal, impide la trazabilidad, la rotación adecuada de productos (FIFO/FEFO) y una planificación efectiva de la demanda.

La causa raíz de esta problemática es la falta de una aproximación de ingeniería a la gestión logística, un pilar fundamental del Diplomado en Gestión de Centros Logísticos. Las pérdidas financieras directas, que superan los \$10.000.000 anuales, son solo la manifestación más visible del problema. El impacto subyacente es aún más crítico: la ineficiencia actual actúa como un freno directo al crecimiento de la empresa, limitando su capacidad para escalar la producción y responder a una mayor demanda. Además, las prácticas de manipulación inseguras y el almacenamiento inadecuado de productos químicos exponen a la organización a riesgos legales y financieros significativos, que podrían comprometer su continuidad operativa. Por lo tanto, el problema no es meramente una cuestión de optimización de costos, sino una barrera estratégica que amenaza la sostenibilidad y competitividad de la empresa a mediano y largo plazo.

Preguntas de Reflexión

La resolución de la problemática en Inversiones DIMALU S.A.S. requiere la aplicación de principios establecidos en la gestión de operaciones y logística. El diseño de la *distribución de planta* de un almacén es un factor crítico que impacta directamente la eficiencia del flujo de materiales, los costos de manipulación, así como la capacidad de toda la cadena de suministro para responder de manera eficiente (Vargas, 2023). Para espacios reducidos, como el de la empresa en estudio, la implementación de un flujo en U es una estrategia recomendada para minimizar distancias y consolidar las áreas de recepción y despacho, reduciendo así los cruces y contraflujos (Calderón, 2022).

Asimismo, la maximización del espacio cúbico a través de sistemas de almacenamiento vertical es una solución fundamental para aumentar la capacidad sin necesidad de expansiones físicas. El uso de estanterías industriales, incluso de media carga o tipo *picking*, permite organizar el inventario, protegerlo de daños y facilitar el acceso, lo que agiliza los procesos de preparación de pedidos (Rodríguez, 2024; Sabino, 2019). Complementariamente, la transición de una manipulación puramente manual a una asistida por equipos de bajo costo, como transpaletas manuales o carros de plataforma, es esencial para mejorar la seguridad, reducir el esfuerzo físico de los operarios y minimizar las mermas por manejo inadecuado (López, 2021). La correcta selección e implementación de estas herramientas debe ir acompañada de una capacitación adecuada del personal en técnicas de manejo de cargas y seguridad industrial (Pinto y Mogollón, 2025).

Con base en este contexto, se formulan las siguientes preguntas de reflexión que guiarán el desarrollo del estudio de caso:

- ¿De qué manera el rediseño de la *distribución de planta* del centro de almacenamiento de Inversiones DIMALU S.A.S., basado en principios de flujo de materiales como el flujo en U, puede optimizar la utilización del espacio cúbico, minimizar los tiempos de ciclo y eliminar los cuellos de botella operativos?
- ¿Qué combinación de sistemas de almacenamiento vertical y equipos de manipulación de materiales de bajo costo es técnicamente viable y financieramente justificable para

reducir la merma por daños y mejorar la productividad de los operarios en Inversiones DIMALU S.A.S.?

Justificación

La realización de este estudio de caso es fundamental para la sostenibilidad y el crecimiento de Inversiones DIMALU S.A.S. La propuesta de optimización del sistema de almacenamiento aborda directamente las ineficiencias operativas que generan sobrecostos anuales significativos y limitan la capacidad productiva de la empresa. Desde una perspectiva práctica, el proyecto busca generar un impacto económico directo al reducir las pérdidas por mermas y tiempos improductivos, liberar capacidad latente para absorber un mayor volumen de ventas y, además, optimizar los aspectos relacionados con la seguridad y el bienestar laboral, mitigando el riesgo de accidentes y posibles sanciones legales.

En el ámbito académico, el presente proyecto representa una aplicación tangible de los conceptos y metodologías abordados en el Diplomado en Gestión de Centros Logísticos. Permite demostrar cómo los principios de diseño de *distribución de planta*, selección de sistemas de almacenamiento y optimización de flujos pueden ser implementados exitosamente en el contexto de una pequeña y mediana empresa (pyme), donde las restricciones de espacio y presupuesto son factores críticos.

El grado de innovación del proyecto no reside en la invención de nuevas tecnologías, sino en la *innovación en procedimiento y gestión*, al introducir un paradigma basado en el procesamiento de información junto con la gestión de procesos industriales en un entorno tradicionalmente empírico. Este cambio cultural, de una operación reactiva a una planificada y controlada, constituye el aporte más valioso y duradero para la organización.

Finalmente, el proyecto está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a nivel nacional e internacional. Contribuye al ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico) al promover un entorno laboral más seguro y productivo mediante la mejora de la ergonomía y la reducción de riesgos. Se alinea con el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) al fomentar la modernización de la infraestructura logística de una pyme, fortaleciendo su competitividad y resiliencia. Además, apoya el ODS 12 (Producción y consumo responsables) al diseñar un sistema que minimiza activamente el desperdicio de productos y materiales a lo largo de la cadena de suministro. Por tanto, la propuesta no solo resuelve un problema operativo inmediato, sino que también impulsa a la empresa hacia un modelo de negocio más eficiente, seguro y sostenible.

Objetivos

Objetivo General

Proponer un plan de optimización para el sistema de almacenamiento de Inversiones DIMALU S.A.S. que mejore la eficiencia operativa, incremente la capacidad de almacenamiento y reduzca los costos asociados a mermas y tiempos improductivos.

Objetivos Específicos

1. Diagnosticar el estado actual del sistema de almacenamiento mediante el mapeo de flujos de materiales, la cuantificación de ineficiencias y la identificación de las causas raíz de los problemas operativos.
2. Diseñar una nueva distribución de planta para el área de almacenamiento que optimice el uso del espacio cúbico, defina flujos de trabajo lógicos y establezca zonas funcionales para recepción, almacenamiento, *picking* y despacho.
3. Estructurar una propuesta de implementación técnica y económica que detalle los sistemas de almacenamiento y equipos de manipulación de materiales requeridos, evaluando su viabilidad financiera a través de un análisis costo-beneficio.

Marco Metodológico

El presente estudio de caso se desarrolla bajo un enfoque de investigación aplicada, con un diseño de tipo descriptivo-prescriptivo. En una primera fase, se describe y analiza en detalle el estado actual del sistema de almacenamiento dentro de la organización (fase descriptiva). En una segunda fase, con base en el diagnóstico, se formula una propuesta de mejora concreta y viable (fase prescriptiva). La metodología se estructura en correspondencia con los objetivos específicos planteados, tal como se detalla en la Tabla 1, de acuerdo con el formato institucional.

Tabla 1

Matriz de Coherencia Metodológica

Objetivos Específicos	Técnica de Recolección de Información	Fuente de Información	Técnica de Análisis de Información
1. Diagnosticar el estado actual del sistema de almacenamiento mediante el mapeo de flujos de materiales, la cuantificación de ineficiencias y la identificación de las causas raíz de los problemas operativos.	- Observación directa no participante. - Mapeo de procesos (diagrama de espagueti). - Entrevistas semiestructuradas. - Análisis documental. - Cronometraje de operaciones clave.	- Operarios del área de almacenamiento. - Gerente de la empresa. - Disposición física de la planta. - Registros históricos de producción y ventas.	- Análisis DOFA. - Diagrama de causa-efecto (Ishikawa). - Análisis de flujo de proceso. - Cálculo de indicadores de línea base (ej. tiempo de ciclo, % tiempo productivo).
2. Diseñar una nueva distribución de planta (<i>distribución de planta</i>) para el área de almacenamiento que optimice el uso del espacio cúbico, defina flujos de trabajo lógicos y establezca zonas funcionales para recepción,	- Medición y levantamiento planimétrico del área. - Análisis de características de la unidad de carga (dimensiones, peso).	- Área física del almacén. - Fichas técnicas de productos. - Catálogos de proveedores de estanterías.	- animalización <i>Layout Planning</i> (SLP). - Diseño de <i>distribución de planta 2D</i> (<i>software CAD</i>).

Objetivos / Fases	Actividades	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8	S 9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
	4.2 Revisión final con director y entrega de documento																
	4.3 Preparación de la sustentación oral																X

Nota. Elaboración propia. La letra "S" indica las semanas de ejecución.

Desarrollo Marco Metodológico

Fase de Recolección de Información Primaria

Para garantizar el rigor metodológico y dar soporte a los indicadores de la línea base — los cuales debieron construirse desde cero ante la ausencia de registros históricos—, la fase de levantamiento de datos se ejecutó durante las semanas 1 y 2 del cronograma del proyecto. Este ejercicio empírico contó con la participación directa de los cuatro operarios del área de almacenamiento y el gerente general de Inversiones DIMALU S.A.S., quienes fueron las fuentes primarias de información. Todos los instrumentos técnicos utilizados para esta recolección, incluyendo las guías de observación directa, los guiones de entrevistas semiestructuradas y las plantillas de cronometraje de tiempos de ciclo, se encuentran documentados en la sección de Anexos del presente documento.

Diagnóstico del Sistema Logístico Actual

Análisis DOFA del Sistema de Almacenamiento

Como primera etapa del diagnóstico integral, se desarrolló una Matriz DOFA para identificar el contexto estratégico y operativo en el que se desenvuelve el área de almacenamiento de Inversiones DIMALU S.A.S. Los hallazgos se consolidan en la Tabla 3.

Tabla 3

Matriz DOFA del Área de Almacenamiento

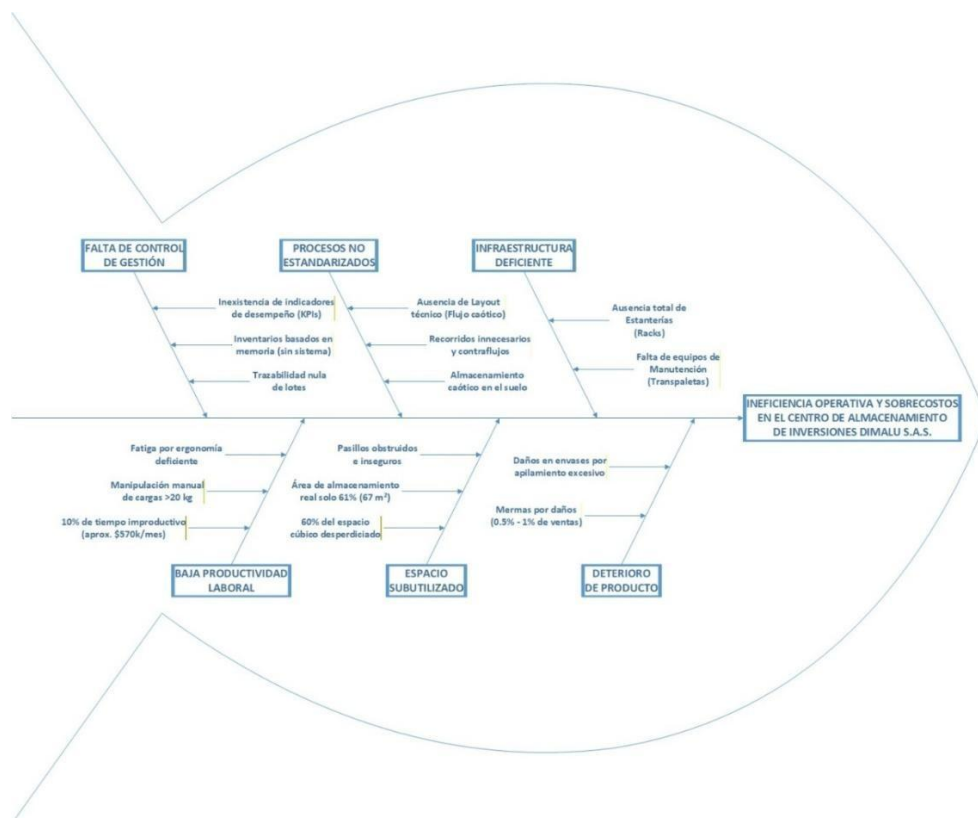
FORTALEZAS (F)	OPORTUNIDADES (O)
- Trayectoria comercial consolidada con 11 años de experiencia en el sector.	- Oferta accesible de estanterías industriales y equipos de manutención de bajo costo en el mercado local.

- Catálogo de productos diversificado que responde a múltiples necesidades del mercado.	- Posibilidad de adoptar metodologías de ingeniería industrial y <i>Supply Chain</i> adaptables a PYMES.
- Conocimiento técnico del personal sobre las formulaciones y el manejo de insumos químicos.	- Demanda de mercado creciente que podría ser absorbida si se optimiza la capacidad operativa instalada.
- Apertura y disposición de la alta gerencia para invertir en mejoras de infraestructura logística.	
DEBILIDADES (D)	AMENAZAS (A)
- Inexistencia de un diseño de <i>distribución de planta</i> formal, lo que genera flujos de trabajo empíricos con evidentes cruces y retrocesos.	- Normativas vigentes de seguridad y salud en el trabajo (SST) que penalizan la manipulación insegura de cargas químicas.
- Práctica de almacenamiento a ras de suelo, subutilizando severamente la altura útil (espacio cúbico) de las instalaciones.	- Riesgo latente de accidentes laborales y posibles demandas derivadas de la fatiga ergonómica de los operarios.
- Manipulación puramente manual de cargas pesadas (>20 kg) debido a la ausencia de equipos de apoyo logístico.	- Impacto negativo sostenido en la rentabilidad por mermas y daños físicos de los envases mal estibados.
- Gestión de inventarios empírica basada en la memoria humana, sin trazabilidad ni control de rotación (FIFO/FEFO).	- Pérdida de competitividad a mediano plazo al no poder escalar la producción por la actual saturación del espacio físico.

Nota. Elaboración propia a partir de observación directa.

Figura 1

Diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa) de la Ineficiencia Logística Actual



Nota. Elaboración propia.

Para identificar el origen de la ineficiencia operativa en el almacenamiento de Inversiones DIMALU S.A.S., se aplicó un diagrama de causa-efecto (véase la Figura 1). El análisis se centró en el problema principal: "Ineficiencia operativa y sobrecostos en el almacenamiento". A continuación, se detallan las causas por factor:

- **Infraestructura y equipos:** No existen *racks* ni mecanismos de almacenamiento vertical; la mercancía se apila directamente en el piso. Esto limita el área útil al 61.15 % (aproximadamente 33.38 m²) y obstruye los pasillos. Adicionalmente, no se cuenta con equipos de mantenimiento (como transpaletas), obligando a la manipulación manual de cargas superiores a 20 kg.
- **Métodos y procesos:** No hay una distribución *de planta* definida. Esto genera flujos de trabajo con cruces y retrocesos físicos (*backtracking*). Por otro lado, la gestión de inventarios se realiza de memoria, lo que impide la trazabilidad de los pedidos y el control de rotación FIFO/FEFO.
- **Mano de obra:** El apilamiento en piso y la ausencia de equipos de carga exigen mayor esfuerzo físico, lo que genera fatiga ergonómica en los operarios e impacta el tiempo de ciclo de las tareas.
- **Medio ambiente y materiales:** El apilamiento en bloque ha generado un desperdicio estimado del 60 % del espacio cúbico. Adicionalmente, este método provoca daños físicos en los envases (mermas) que representan entre el 0.5 % y el 1.0 % de las ventas mensuales.

Las patologías logísticas identificadas en el diagrama de causa-efecto se evidencian claramente en la operación diaria de la planta. El apilamiento inestable de canecas, la obstrucción de las vías de acceso, la saturación de las zonas de pesaje y las prácticas de manipulación manual de cargas pesadas constituyen riesgos inminentes tanto para la integridad del producto como para la salud ocupacional de los operarios (véase la Figura 2).

Figura 2

Evidencia Fotográfica de las Patologías Logísticas en Inversiones DIMALU S.A.S.



Nota. Archivo fotográfico de la empresa. (A) Zona de mezclas con canecas apiladas verticalmente sin soporte estructural. (B) Apilamiento de producto terminado que obstruye la entrada principal. (C) Riesgo ergonómico derivado de la carga manual de producto terminado hacia los vehículos. (D) Ausencia de espacio efectivo de trabajo en la zona de fragancias y báscula.

Caracterización y Mapeo del Flujo de Materiales Actual

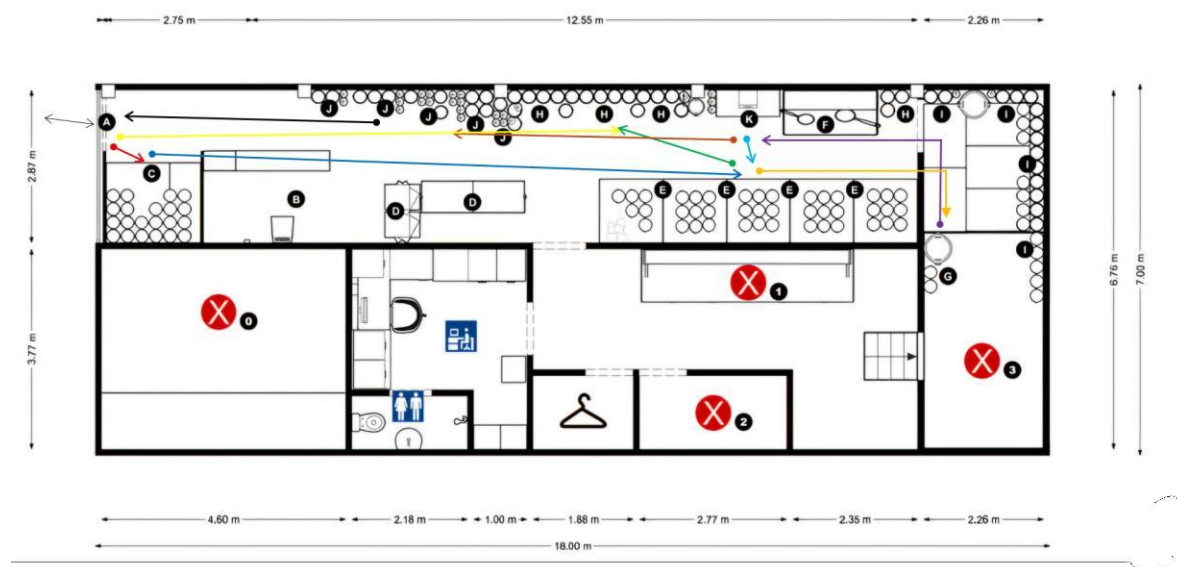
Para evidenciar cuantitativa y cualitativamente los cuellos de botella y retrocesos físicos (*backtracking*) que justifican el rediseño, se mapeó el flujo físico de los materiales a través de dos herramientas complementarias: el Diagrama de Recorrido (Espaguetti) y el Cursograma Analítico del Proceso (DAP).

En primera instancia, la Figura 3 ilustra el Diagrama de Recorrido espacial sobre el plano actual. En este esquema, las letras de la 'A' a la 'K' representan las zonas de almacenamiento dispersas, mientras que las líneas de colores trazan el desplazamiento de un operario durante la consolidación de un pedido típico. Como se observa en los trazos (flechas continuas y cruzadas),

el operario debe realizar recorridos zigzagueantes desde la entrada (A), pasando por las zonas de insumos (C y E), desplazándose al fondo por agua (G), y retrocediendo hacia la báscula central (K). Esta triangulación ilógica genera un enredo de rutas (efecto espagueti) que propicia choques entre el personal y aumenta la fatiga.

Figura 3

Diagrama de Recorrido (Espagueti) del Flujo de Materiales Actual



Nota. Elaboración propia.

Para interpretar correctamente la saturación visual expuesta en la Figura 3 y evidenciar el desorden espacial, es necesario seguir el ciclo de vida de los materiales a través de los trazos del recorrido y su interacción con las estaciones de la planta (Zonas A - K):

Recepción y Almacenamiento Primario: El proceso inicia con una recepción ineficiente, donde el operario descarga manualmente desde el Ingreso - Salida (Zona A). Los insumos químicos puros son trasladados hacia su almacenamiento en la zona anterior (Zona C) con un alto riesgo ergonómico por manipulación de cargas superiores a 20 kg (trazo rojo). Simultáneamente, los envases se trasladan cruzando la planta hacia el almacenamiento de envase usado en las zonas central y posterior (Zonas H e I), demandando múltiples viajes improductivos o mudas de transporte (trazo amarillo).

Procesamiento y Mezcla: Durante la consolidación de un pedido, el flujo se fragmenta drásticamente. El operario debe mover las bases químicas desde la Zona C hacia el almacenamiento de insumos en la Zona de Mezcla (Zona E) (trazo azul), y abandonar dicha estación repetidamente para ir a buscar envases vacíos a las Zonas H e I (trazo verde). Esto evidencia la falta de una "célula de trabajo" consolidada. Una vez realizada la mezcla parcial, los baldes se trasladan manualmente hacia el almacenamiento de agua en la zona posterior (Zona G) (trazo naranja), exponiendo al trabajador a fatiga y riesgos de derrames por la distancia.

Cuellos de Botella y Retrocesos: Posteriormente, el flujo sufre un cuello de botella crítico al trasladarse a la Báscula (Zona K) (trazo morado). Al contar con un solo equipo de pesaje, el

proceso exige continuos retrocesos físicos o *backtracking* hacia el área de mezcla (Zona E) (trazo cian) en caso de que la formulación requiera adición o ajuste de producto y fragancias.

Despacho y Contraflujo: El ciclo culmina con el traslado desde la báscula hacia el Almacenamiento de Producto Terminado (Zona J) (trazo marrón), donde los envases terminan apilados directamente en el piso de forma caótica, bloqueando los pasillos e incrementando la probabilidad de mermas por averías. En la etapa final de despacho al cliente (trazo gris), la mercancía retorna a la puerta de Ingreso - Salida (Zona A), provocando un contraflujo evidente que genera choques físicos con las operaciones de recepción.

Para cuantificar este desorden espacial observado en el plano, se levantó el Cursograma Analítico del Proceso (DAP) detallado en la Tabla 4. Esta herramienta desglosa paso a paso las actividades de manejo, transporte y almacenamiento temporal.

Tabla 4

Cursograma Analítico del Proceso (DAP) - Método Actual

Nº	Descripción de la Actividad Logística	Símbolo (ASME)	Distancia Aprox. (m)	Observación / Problema Logístico Evidenciado
1	Recepción y verificación de materias primas (bidones/cajas) en la entrada principal.	○ / □	-	Contraflujo: se utiliza la misma puerta para entrada y despacho. Riesgo de contaminación cruzada.
2	Traslado manual de materias primas rodando o cargando envases hacia el interior.	⇒	6	Riesgo ergonómico: ausencia de transpaleta manual. Esfuerzo físico superior a 20 kg.
3	Almacenamiento de materias primas apiladas directamente a piso.	▽	-	Desperdicio espacial: subutilización del espacio vertical. Posiciones no fijas.
4	Traslado del operario con recipiente vacío hacia la zona de agua (Zona I).	⇒	8	Muda de transporte: ubicación distante de la fuente principal de agua.
5	Llenado manual del recipiente con agua desde canecas de reserva.	○	-	Tiempos muertos si hay operarios en espera.
6	Traslado del agua hacia la báscula de pesaje.	⇒	5	Retroceso: distancia ineficiente y riesgo de derrames por cruce de operarios en pasillos.
7	Inspección y pesaje del agua requerida para el pedido.	□	-	Solo hay una báscula. Genera cuello de botella.
8	Traslado hacia la zona de almacenamiento de materia prima.	⇒	7	Flujo zigzagueante. No hay una célula de trabajo consolidada.

Nº	Descripción de la Actividad Logística	Símbolo (ASME)	Distancia Aprox. (m)	Observación / Problema Logístico Evidenciado
9	Extracción manual del insumo desde la caneca a piso.	○	-	Mala higiene postural: obliga al operario a inclinarse. Mayor riesgo de lesión.
10	Traslado del insumo químico hacia la zona de mezcla/báscula.	⇒	7	Continuación del recorrido inútil (muda).
11	Vertido y mezclado en bidón final.	○	-	Proceso 100 % manual.
12	Almacenamiento temporal de producto terminado en piso.	▽	-	Bloqueo: ubicación arbitraria que bloquea rutas de evacuación.
13	Traslado final a puerta principal para despacho.	⇒	12	Interferencia: choque físico con operaciones de recepción u otros operarios.
	Totales Línea Base	O: 4 ⇒: 6 □: 1 ▽: 2	45.0 m	Recorrido excesivo por pedido procesado.

Nota. Elaboración propia. Simbología ASME: operación (○), transporte (⇒), inspección (□), almacenamiento (▽).

Al contrastar la representación gráfica del diagrama de espaguetti con las mediciones del DAP, se concluye contundentemente que el sistema actual carece de principios de distribución en planta. El operario debe caminar un promedio de 45 metros para consolidar un solo pedido debido a la separación ilógica entre la fuente de agua, los insumos y la báscula (actividades 4, 6, 8 y 10). Asimismo, la columna de observaciones consolida los tres focos críticos que el rediseño debe solucionar:

1. La necesidad de zonificar entradas y salidas para evitar el contraflujo (actividades 1 y 13).
2. La urgencia de migrar del almacenamiento en piso (actividades 3 y 12) hacia un sistema vertical (estantería).
3. La eliminación de los riesgos ergonómicos y tiempos muertos mediante el acercamiento de las estaciones de trabajo (célula en U) y la adopción de equipos de manipulación.

Cuantificación de la Línea Base

Para objetivar la problemática descrita, se han calculado los indicadores de desempeño logístico (KPI) actuales. Dado que la empresa no contaba con registros históricos, estos valores se establecen mediante muestreo por observación directa y análisis arquitectónico del plano actual.

1. Indicador de Aprovechamiento Cúbico (Capacidad)

Para determinar el espacio físico ocupado actualmente, se realizó un levantamiento métrico de las zonas de la bodega. Los resultados del volumen por área se consolidan en la Tabla 5.

Tabla 5

Registro de Volumen por Área en el Plano

Zona de Almacenamiento	Inventario Principal	Área Ocupada (m²)	Altura Máx. de Apilamiento (m)	Volumen Ocupado (m³)
A. Ingreso – salida / Z. Anterior	-	0	-	0
B. Recepción / Z. Anterior	Productos complementarios	0.228	1.75	0.399
B2. Recepción / Z. Anterior	Productos complementarios	0.6764	0.90	0.6087
C. Almac. insumos puros / Z. Anterior	Bidones llenos (20 L)	3.115	0.72	2.2428
D. Almac. envases nuevos / Z. Central	Bidones, complementarios	3.8048	1.50	5.7072
E. Almac. insumos / Z. Mezcla	Baldes con insumos	7.20	0.24	1.728
F. Almac. fragancias / Z. Mezcla	Frascos, bidones vacíos	1.615	1.10	1.7765
G. Almac. agua / Z. Posterior	Tolvas	1.728	1.75	3.024
H. Almac. envase usado / Z. Central	Bidones vacíos usados	3.6125	2.05	7.4056
I. Almac. envase usado / Z. Posterior	Bidones vacíos usados	4.802	1.64	7.8752
J. Almac. P. Terminado / Z. Anterior	Bidones producto terminado	5.151	1.13	5.8206
K. Báscula / Z. Mezcla	Báscula	1.445	0.40	0.578
Total		33.38	1.20	37.17

Nota. Elaboración propia. El valor 1.20 m es el promedio de altura de apilamiento actual. La capacidad cúbica total de 37.17 m³ resulta de la sumatoria de volúmenes individuales por zona.

Actualmente, el almacenamiento se realiza exclusivamente a nivel de piso (apilamiento en bloque), limitado por la estabilidad de los envases y la altura ergonómica del operario. Para dimensionar correctamente la ineficiencia, es imperativo diferenciar la huella física de piso (Área en m²) de la capacidad tridimensional de almacenamiento (Volumen en m³). A nivel estructural e ingenieril se definen las siguientes variables críticas:

- **Altura estándar estructural:** 2.8 metros (disponibilidad física del techo).
- **Altura máxima de almacenamiento:** 2.5 metros.
- **Altura promedio de apilamiento actual:** aproximadamente 1.2 metros.
- **Área física total ocupada en piso:** aproximadamente 33.38 m².
- **Volumen (capacidad cúbica actual):** 37.17 m³ (sumatoria de los volúmenes individuales por zona).
- **Área de piso ideal proyectada (si se aprovechara la altura máxima de 2.5 m):** 37.17 m³ / 2.5 m = 14.87 m².
- **Área de piso a liberar:** 33.38 m² - 14.87 m² = 18.51 m².
- **Desperdicio:** $1 - (14.87 \text{ m}^2 / 33.38 \text{ m}^2) = 55.45 \%$.

Hallazgo: Existe un desperdicio del 55.45 % del área disponible. La empresa asume costos de infraestructura por un volumen espacial que no utiliza debido a la falta de estanterías. El cálculo demuestra que, al aprovechar el espacio cúbico, el área física ocupada por el almacenamiento se reduce significativamente. Esta compresión permite liberar 18.51 m² de espacio en la planta, los cuales serán destinados en la nueva distribución *de planta* (SLP) exclusivamente para pasillos de tránsito normados.

Esta subutilización del espacio y la consecuente obstrucción física de los pasillos no es un escenario meramente teórico, sino una realidad operativa palpable que afecta el día a día de los trabajadores. Como se evidencia en el registro fotográfico del estado actual (véanse las Figuras 4 y 5), el apilamiento a ras de suelo genera un entorno de trabajo saturado y riesgoso.

Figura 4

Operarios de Inversiones DIMALU S.A.S. Apilando Mercancía Directamente a Nivel de Piso



Nota. Archivo fotográfico de la empresa. En la imagen se observa la obstrucción del pasillo principal debido a la falta de almacenamiento vertical.

Figura 5

Estado Actual de Saturación y Riesgo de Averías por Apilamiento en Bloque

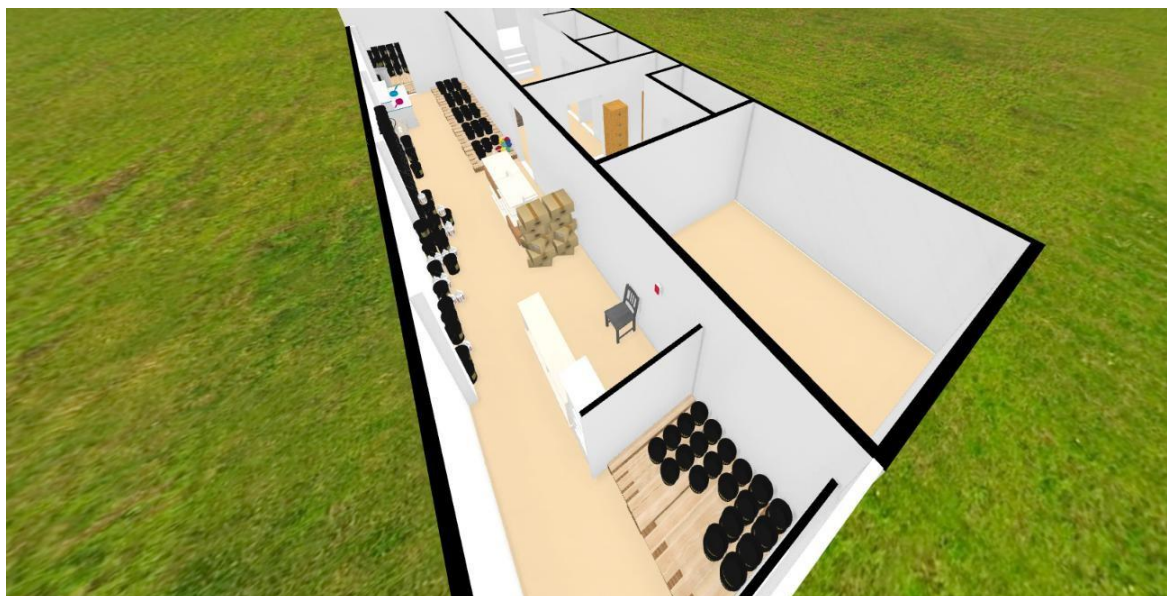


Nota. Archivo fotográfico de la empresa.

A partir de esta evidencia empírica, se procedió a digitalizar las dimensiones y las áreas ocupadas para generar los modelos tridimensionales de la situación inicial, los cuales permiten dimensionar espacialmente el volumen desperdiciado (véanse las Figuras 6 y 7).

Figura 6

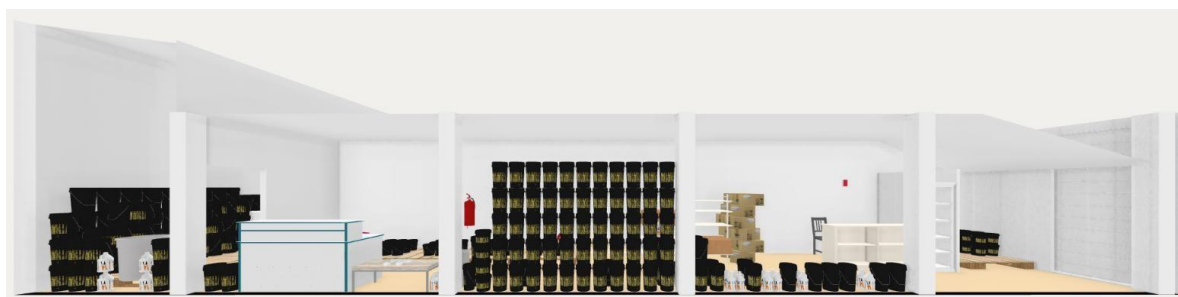
Modelado Tridimensional A del Método de Almacenamiento y Apilamiento a Piso Actual



Nota. Elaboración propia.

Figura 7

Modelado Tridimensional B del Método de Almacenamiento y Apilamiento a Piso Actual



Nota. Elaboración propia.

2. Indicador de Eficiencia de Flujo (Recorridos)

Basado en el análisis de flujo (véase la Tabla 4) y la triangulación detectada en el proceso de mezclado (mezcla ↔ agua ↔ báscula), la distancia promedio recorrida por pedido es de 45 metros. Se reitera que la fabricación en la planta es por pedido y se ejecuta de manera continua, por lo que este recorrido representa un cuello de botella constante en cada ciclo de producción.

3. Indicador de Productividad y Costos Ocultos

Retomando los datos financieros levantados en el diagnóstico preliminar:

Tabla 6

Costos Ocultos e Impacto Financiero

Concepto de Ineficiencia	Estimado Mensual	Impacto Anual Proyectado
Tiempo improductivo (búsquedas, traslados)	10 % de la nómina operativa (\$570.000)	\$6.840.000
Mermas y averías (daños por apilamiento)	0.8 % de las ventas	(Variable según ventas)
Errores de despacho (devoluciones)	2 a 3 eventos al mes	Sobrecostos de logística inversa

Nota. Elaboración propia.

Conclusiones del Diagnóstico

- El sistema logístico actual de Inversiones DIMALU S.A.S. se encuentra en un estado de saturación operativa.
- Físicamente, no cabe más mercancía sin riesgo de accidente o avería, lo que obliga a compras ineficientes (bajos volúmenes, altos fletes).
- Operativamente, el flujo de procesos es discontinuo y zigzagueante, generando fatiga y tiempos muertos.
- Económicamente, la empresa asume costos ocultos que erosionan su margen de utilidad.

Propuesta para el Sistema de Almacenamiento

Este capítulo presenta un diseño de mejora estructurado y viable para el área de almacenamiento de Inversiones DIMALU S.A.S. El rediseño se fundamenta en la transición de un almacenamiento empírico a ras de suelo hacia una infraestructura técnica de alta densidad volumétrica. A continuación, se detalla la propuesta técnica, operativa y financiera, dividida en dos fases integrales de implementación.

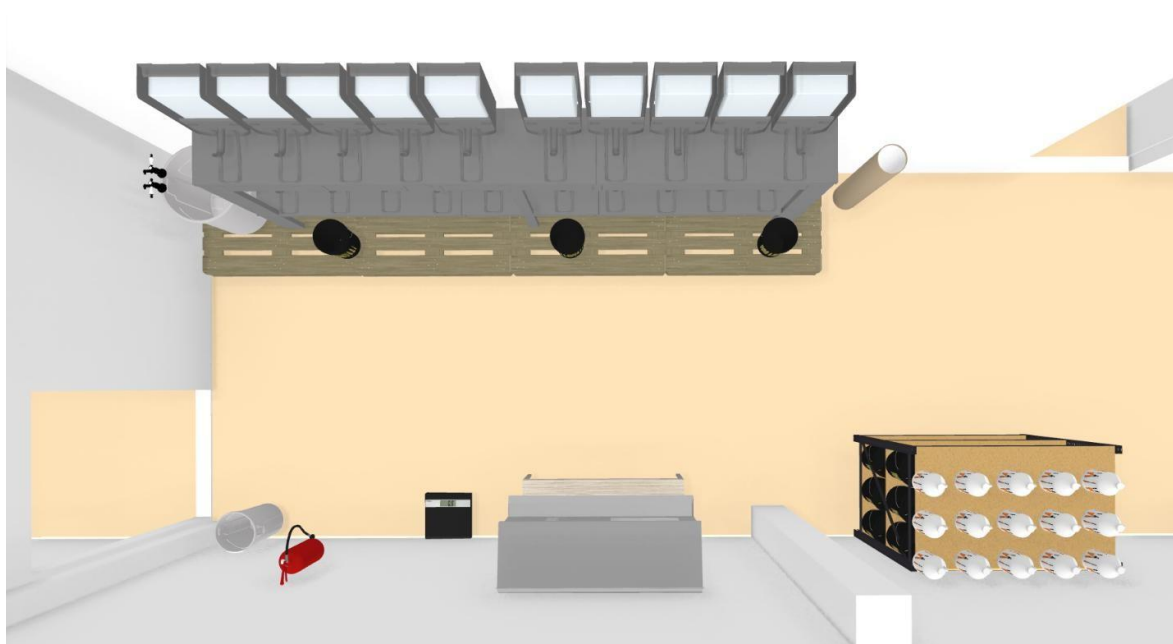
Fase 1: Implementación de la Célula de Trabajo y Estación de Dispensado

Esta fase unifica la zona de preparación de mezclas y el abastecimiento de insumos de uso diario. El rediseño transforma la antigua zona de mezcla (identificada como Zona E) en el núcleo operativo principal, integrando la logística desde el centro de materias primas (Zona C) para optimizar el flujo productivo y eliminar cuellos de botella.

Esta zona consolida los recipientes de trabajo diario organizados en forma de "célula de trabajo" a nivel del piso. Todos los elementos están apoyados sobre estibas antiderrame para cumplir con las normatividades de seguridad ambiental y ocupacional. Esta área concentra las tolvas de mezcla, la fuente de suministro de agua, los nuevos dispensadores, la única báscula de pesaje, el *rack* de materia prima y el cilindro protector para la bomba en un radio de acción mínimo. Esta nueva disposición espacial sincroniza el recorrido de los materiales para garantizar un flujo continuo, eliminando los constantes retrocesos. Al centralizar estos elementos, el recorrido de fabricación por pedido se reduce drásticamente, pasando de un promedio histórico de 45 metros en zigzag a un entorno altamente controlado de aproximadamente 8 metros (Figuras 8 y 9).

Figura 8

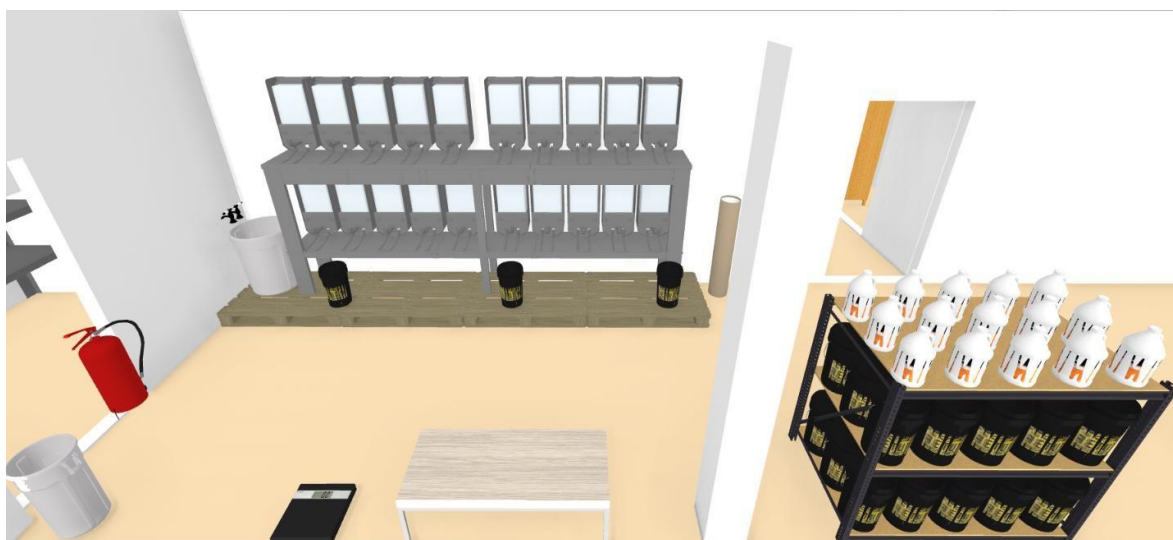
Modelado Tridimensional A de la Célula de Trabajo Propuesta



Nota. Elaboración propia.

Figura 9

Modelado Tridimensional B de la Célula de Trabajo Propuesta



Nota. Elaboración propia.

Especificaciones Técnicas y Dimensiones

La infraestructura se basa en una distribución de alta densidad que maximiza el espacio lineal y garantiza la seguridad operativa:

- **Base de Contención (Zona E):** Instalación de 4 estibas plásticas antiderrame (80 cm x 120 cm x 15 cm) con capacidad de 1000 kg cada una.

- **Estación Dispensadora Principal:** Mesa metálica de doble nivel (390 cm x 45 cm) con alturas de 50 cm (mínima) y 140 cm (máxima). Su huella total sobresale 0.8 m hacia el pasillo. Esta estación se traduce en 3.84 m² de área ocupada, una disminución de 3.36 m² frente a los 7.2 m² ocupados anteriormente. El primer nivel se ha elevado a 50 cm para mejorar la ergonomía (véase la Figura 10).
- **Sistema de Dispensado de 20 L:** 20 dispensadores industriales con llaves frontales inferiores para extracción por gravedad (10 en el nivel superior y 10 en el inferior).
- **Multidispensador de Fragancias (Zona F):** Módulo de pared que alberga 15 fragancias individuales de 2 litros, operando mediante intercambio directo de envases.
- **Estación de Pesaje (Zona K):** Mesa de soporte bajo el dispensador de fragancias, garantizando un espacio libre neto de 119 cm.
- **Equipos de Manutención:** Bomba manual rotativa (0.25 L/rev) con cilindro protector y carro de plataforma industrial (capacidad 150 kg).

Figura 10

Modelado Tridimensional de la Estación Dispensadora de Insumos Químicos



Nota. Elaboración propia.

Procedimiento Operativo

El flujo de trabajo se organiza según la demanda y el volumen:

1. **Logística de Suministro (Zonas C a E):** Traslado de bidones en el carro de plataforma (tiempo estándar de 30 segundos por cada 4 bidones).
2. **Gestión de Llenado de Dispensadores:** El llenado se realiza con la bomba manual de trasiego antes del inicio del proceso productivo.

3. **Operación de Fragancias (Zona F):** Funciona mediante el cambio del envase vacío por uno lleno, reduciendo tiempos de preparación.
4. **Proceso para pedidos menores a 50 litros:** Se utiliza el contenido de los dispensadores fijos. La rotación es FIFO natural.

Para justificar la eficiencia de la recarga, se modeló el tiempo de reabastecimiento de un dispensador de 20 L. Los parámetros son: volumen a transferir (V_t) = 20 L; caudal de la bomba (C_b): $0.25 \frac{\text{L}}{\text{rev}}$; velocidad ergonómica (V_{op}): 50 rpm. El tiempo de bombeo se determina

mediante la ecuación:
$$T_{\text{bombeo}} = \frac{V_t}{C_b * V_{op}} = \frac{20}{0.25 * 50} = 1.6 \text{ minutos}$$

Esto equivale a 96 segundos de bombeo físico ininterrumpido.

El desglose de los tiempos operativos se expone en la Tabla 7.

Tabla 7

Desglose de Tiempos para Reabastecimiento de 20 L

Secuencia	Descripción de la Tarea	Tiempo Estimado (s)
1. Preparación	Acercar bidón de insumos e insertar tubo de succión.	7.5
2. Bombeo	Accionamiento manual continuo a 50 rpm.	96.0
3. Inspección	Revisión visual concurrente del nivel.	5.0
4. Cierre	Extracción de bomba, escurrido y sellado.	20.0
Total	Tiempo estándar de reabastecimiento por dispensador	128.5 (aprox. 2.1 min)

Nota. Elaboración propia.

Costos de Implementación Fase 1

Los costos detallados para la adecuación de esta fase se pueden observar en la Tabla 8.

Tabla 8

Presupuesto de Adecuación - Fase 1

Ítem	Descripción Técnica	Cant.	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)
1	Estiba plástica antiderrame (80 x 120 x 15 cm, 1000 kg).	4	\$450.000	\$1.800.000
2	Kit de señalización y demarcación.	1	\$120.000	\$120.000
3	Estructura de soporte en acero.	1	\$1.750.000	\$1.750.000
4	Dispensador plástico 20 L, grado industrial.	20	\$50.000	\$1.000.000
5	Multidispensador de fragancias.	1	\$1.600.000	\$1.600.000
6	Bomba manual rotativa.	1	\$210.000	\$210.000

Ítem	Descripción Técnica	Cant.	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)
7	Mangueras de extensión flexible.	10	\$5.000	\$50.000
8	Carro de plataforma industrial (150 kg).	1	\$500.000	\$500.000
9	Instalación y mano de obra.	1	\$500.000	\$500.000
Total	Inversión Fase 1			\$7.530.000

Nota. Elaboración propia basada en cotizaciones del mercado industrial.

Fase 2: Almacenamiento Vertical Especializado y Rediseño de Recepción

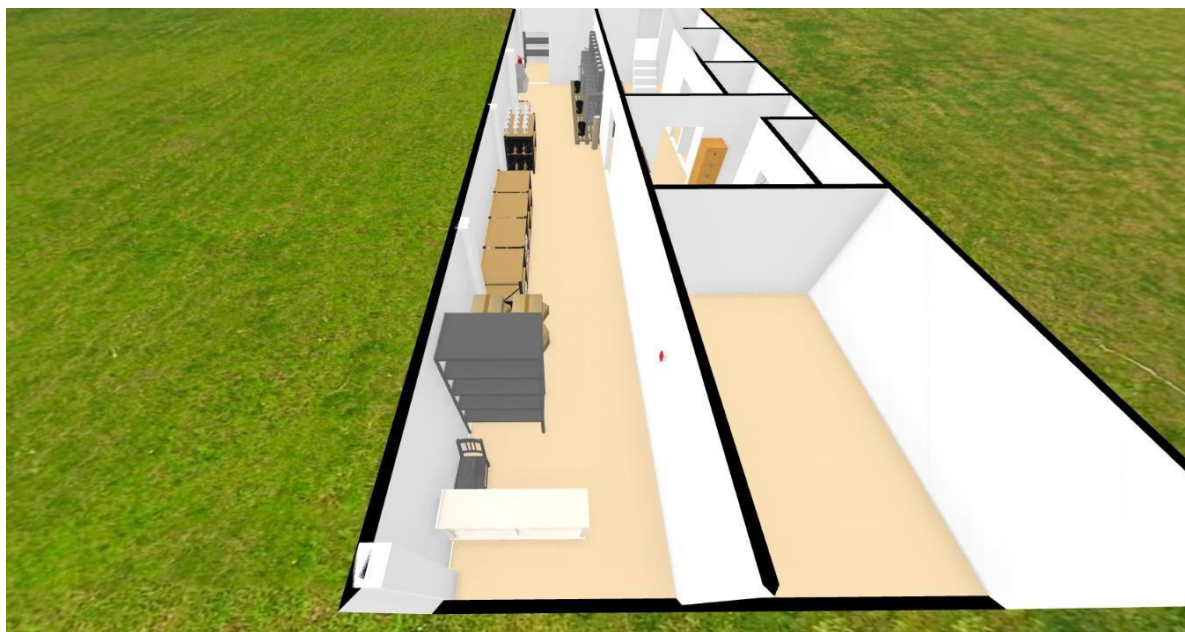
Para erradicar las mermas por aplastamiento, recuperar el espacio cúbico subutilizado y optimizar el flujo desde el acceso principal, se implementará una infraestructura técnica de alta densidad.

Especificaciones Técnicas y Zonificación

- **Zona de Recepción (Zona B):** Reubicación de la vitrina de atención transversalmente al acceso principal.
- **Rack de Productos Complementarios (Zona D):** Reubicación tras la vitrina B, actuando como barrera visual hacia la planta.
- **Zona de Producto Terminado (Zona J):** Estantería industrial especializada de 3 niveles con divisiones verticales para *picking*.
- **Zona de Envases Vacíos (Zonas I y H):** Centralización en módulos de ángulo ranurado adaptados a la altura del techo (7 y 5 niveles, respectivamente).
- **Zona de Materias Primas (Zona C):** Rack de alta resistencia (500 kg por nivel) para insumos químicos pesados.

Figura 11

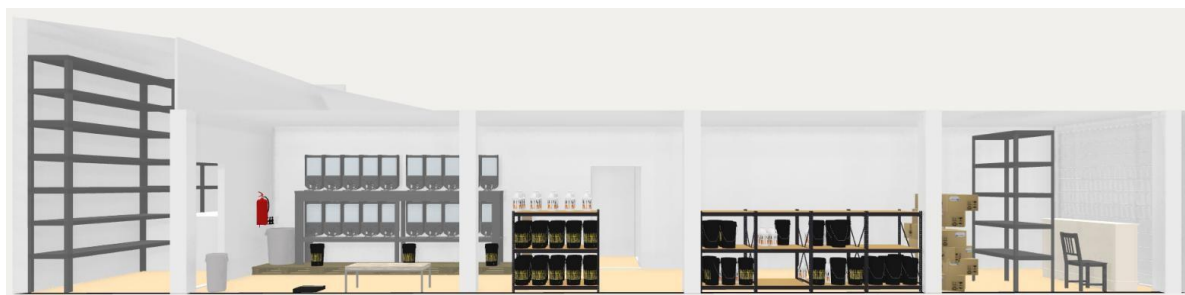
Modelado Tridimensional A de la Distribución de Planta Final



Nota. Elaboración propia.

Figura 12

Modelado Tridimensional B de la Distribución de Planta Final



Nota. Elaboración propia.

Costos de Implementación Fase 2

Los costos detallados para la adecuación de esta fase se pueden observar en la Tabla 9.

Tabla 9

Presupuesto de Adecuación - Fase 2

Ítem	Descripción Técnica	Cant.	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)
1	Rack Materia Prima (estructura pesada).	1	\$750.000	\$750.000
2	Rack Producto Terminado (con divisiones).	1	\$1.850.000	\$1.850.000
3	Estantería Liviana (Módulo 1).	1	\$1.200.000	\$1.200.000
4	Estantería Liviana (Módulo 2).	1	\$850.000	\$850.000

Ítem	Descripción Técnica	Cant.	Valor Unitario (COP)	Valor Total (COP)
5	Instalación y mano de obra calificada.	1	\$650.000	\$650.000
Total	Inversión Fase 2			\$5.300.000

Nota. Elaboración propia basada en especificaciones del mercado.

Evaluación de Alternativas Tecnológicas y Validación de Capacidad

Para responder a los requerimientos técnicos y financieros de la propuesta, se realizó una evaluación comparativa de tres alternativas de almacenamiento antes de seleccionar la configuración final. La Alternativa A (estado actual) mantenía el apilamiento a piso, resultando inviable por la ocupación de los pasillos y el desperdicio del 55.45 % del espacio cúbico. La Alternativa B contemplaba estanterías de carga pesada (drive-in) motorizadas, la cual fue descartada debido a que sobrepasaba el presupuesto de la empresa y no se adecuaba a las dimensiones de los pasillos actuales. Finalmente, la Alternativa C (seleccionada), propone un modelo híbrido de racks de carga selectiva pesada para materias primas y estantería liviana para *picking* de envases vacíos y producto terminado. Esta combinación demostró ser la más viable técnica y financieramente, maximizando la capacidad instalada real a 37.17 m³ de inventario en solo 14.87 m² de huella física.

Validación Operativa y Simulación Conceptual

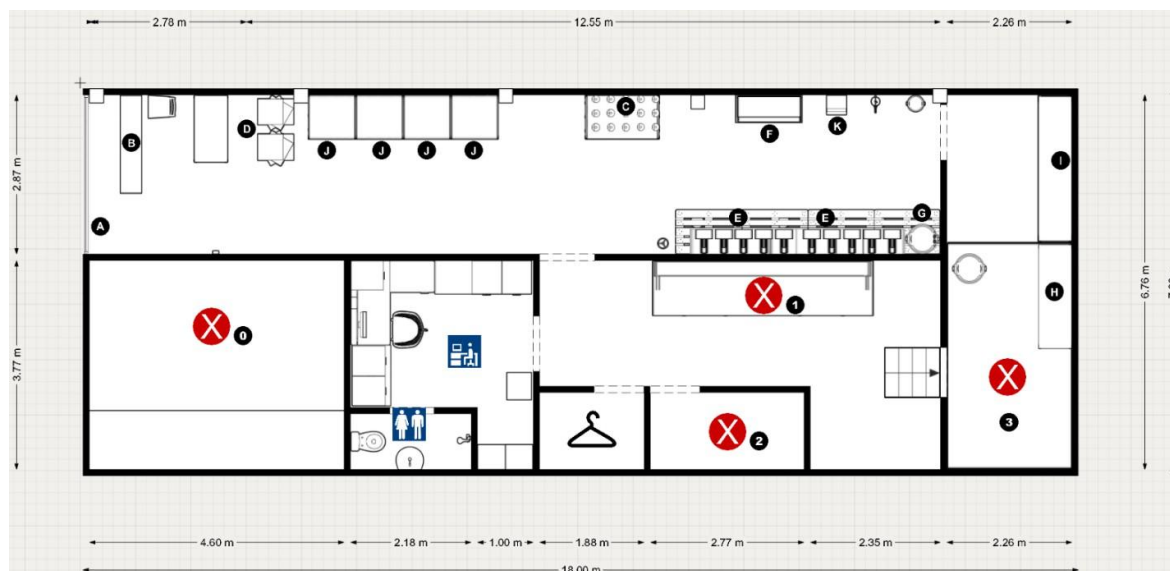
Dado el alcance prescriptivo de este estudio, la validación de la mejora no se basó en un piloto físico, sino en una simulación conceptual de flujos de materiales apoyada en modelado 3D y análisis de tiempos y movimientos. Al simular la operación bajo escenarios de alta demanda, se comprobó que el flujo en U (incorporado en la Célula de Trabajo de la Fase 1) centraliza el dispensado y el pesaje, eliminando el cuello de botella generado por los cruces en pasillos. Los tiempos reales cronometrados de la línea base arrojaban recorridos de 45 metros por pedido; la proyección geométrica de la nueva distribución de planta garantiza que el mismo ciclo se realice en 8 metros, demostrando matemáticamente la optimización de la productividad operaria sin necesidad de ensayos de prueba y error en planta.

Consolidación del Nuevo Distribución de planta

La integración de las adecuaciones descritas en la Fase 1 (Célula de Trabajo) y la Fase 2 (Almacenamiento Vertical) da como resultado una reestructuración total del flujo físico de la bodega. Como se ilustra en la Figura 13, esta nueva distribución en planta (vista 2D) garantiza la liberación de los pasillos principales, la segregación lógica de las áreas funcionales y la erradicación definitiva de los cruces y contraflujos que afectaban el sistema original.

Figura 13

Plano en Planta (2D) de la Nueva Distribución Espacial



Nota. Elaboración propia.

Impacto Proyectado en los Indicadores Logísticos (KPI)

Tabla 10

Comparativa de Indicadores Logísticos (Línea Base vs. Proyección)

Indicador (KPI)	Línea Base (Diagnóstico Actual)	Proyección (Tras Implementación)	Impacto / Mejora Lograda
Aprovechamiento Cúbico	Desperdicio volumétrico del 55.45 %.	Área ideal requerida a 2.5 m de altura: 14.87 m ² .	Área liberada: 18.51 m ² , habilitando zonas de tránsito.
Eficiencia de Flujo	Distancia promedio por pedido: 45 m.	Distancia promedio por pedido en célula en U: 8 m.	Reducción del 82 % en la distancia recorrida.
Productividad	10 % del tiempo improductivo (\$570.000/mes).	Eliminación de búsquedas mediante dispensadores centralizados.	Recuperación del tiempo, ahorro de \$6.840.000 anuales.
Calidad y Mermas	Pérdidas del 0.5 % al 1.0 % por aplastamiento.	Almacenamiento vertical apoyado en vigas.	Eliminación del aplastamiento, ahorro de \$2.583.000 anuales.
Pasillos	Accesos estrangulados a 0.80 m.	Ancho mínimo garantizado en mezcla: 1.52 m. Acceso a 1.10 m.	Tránsito seguro y paralelo de operarios y clientes.

Nota. Elaboración propia.

Análisis de Viabilidad Económica y Costo-Beneficio

El presupuesto total de inversión (CAPEX) asciende a \$12.830.000 (\$7.530.000 para la Fase 1 y \$5.300.000 para la Fase 2). Los ahorros anuales, calculados bajo un escenario conservador de mitigación de pérdidas directas, suman \$9.423.000.

Para sustentar financieramente esta cifra, se proyectó la anualización de los costos ocultos identificados durante la construcción de la línea base operativa (Tabla 6). Por un lado, la reducción de recorridos de 45 m a 8 m recupera el equivalente a \$6.840.000 anuales, los cuales corresponden al 10 % del tiempo improductivo de la nómina operativa (\$570.000/mes x 12 meses). Por otro lado, la erradicación del apilamiento a piso y la transición a estanterías verticales proyecta un ahorro conservador de \$2.583.000 anuales en mermas, cifra obtenida al calcular el límite inferior histórico del 0.5 % de las ventas mensuales (\$215.250/mes x 12 meses) que se perdían por averías y aplastamiento de envases.

Para evaluar el retorno del proyecto, se calcula el Período de Recuperación de la Inversión (PRI): $PRI = \text{Inversión total} / \text{Ahorro anual proyectado} = \$12.830.000 / \$9.423.000 = 1.36 \text{ años. (equivalente a 16.3 meses en el escenario base).}$

Análisis de Sensibilidad Financiera

Con el fin de robustecer la evaluación económica frente a la volatilidad operativa, se proyectaron tres escenarios de sensibilidad sobre los ahorros esperados, manteniendo constante la inversión inicial (CAPEX):

Tabla 11

Escenarios de Sensibilidad Financiera del PRI

Escenario	Variación de Ahorros Proyectados	Ahorro Anual Estimado	PRI Resultante (Meses)
Pesimista	Disminución del 15 % en mitigación de mermas.	\$8.009.550	19.2 meses
Base	Cumplimiento al 100 % de la proyección.	\$9.423.000	16.3 meses
Optimista	Incremento del 15 % por mayor volumen de ventas.	\$10.836.450	14.2 meses

Nota. Elaboración propia.

Validación Gerencial y Conclusión de Viabilidad

El proyecto es técnica y financieramente viable bajo todos los escenarios de sensibilidad (retorno menor a 2 años). Para confirmar la aplicabilidad de estas mejoras, la propuesta de distribución de planta y presupuesto fue presentada formalmente ante la Gerencia General de Inversiones DIMALU S.A.S., la cual validó el diseño como el escenario óptimo y factible según la capacidad de inversión actual de la empresa. A partir del decimoséptimo mes (escenario base), los \$9.423.000 anuales dejarán de ser un costo oculto y se convertirán en flujo de caja libre.

Matriz de Cumplimiento de Objetivos

Para consolidar el desarrollo integral del caso y verificar la alineación con los propósitos del estudio, la Tabla 12 sintetiza la trazabilidad entre las metas propuestas, la evidencia metodológica generada y el impacto final logrado.

Tabla 12

Matriz Final de Cumplimiento de Objetivos Específicos

Objetivo Específico	Evidencia Producida	Resultado Obtenido	Indicador de Impacto Logrado
1. Diagnosticar el estado actual del sistema de almacenamiento.	Matriz DOFA, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Espaguetti (Figura 3) y DAP (Tabla 4).	Línea base cuantificada e identificación de causas raíz (apilamiento a piso y cruces de flujo).	Identificación de 45 m de recorrido promedio y un 55.45 % de desperdicio volumétrico.
2. Diseñar una nueva distribución de planta (<i>distribución de planta</i>) que optimice el uso del espacio.	Planos 2D (Figura 13) y Modelados 3D de Células de Trabajo y Racks.	Zonificación técnica con Célula en U, flujo lógico sin <i>backtracking</i> y liberación de pasillos.	Reducción del 82 % en las distancias de recorrido (de 45 m a 8 m por pedido).
3. Estructurar propuesta técnica-económica de implementación.	Cotizaciones, presupuestos por fases (Tablas 7 y 8) y Análisis de Sensibilidad (PRI).	Validación de viabilidad de inversión mediante almacenamiento vertical y equipos manuales.	PRI Base de 16.3 meses, con un ahorro anual proyectado de \$9.423.000.

Nota. Elaboración propia.

Conclusiones

1. Se concluye que la ineficiencia logística en Inversiones DIMALU S.A.S. no derivaba de una falta de espacio físico, sino de la ausencia de una gestión técnica. El almacenamiento empírico a ras de suelo generaba un desperdicio del 55.45 % del volumen útil, obligando a los operarios a recorrer 45 metros por pedido con altos riesgos ergonómicos.
2. Frente a la primera interrogante metodológica, se demostró que el rediseño de la distribución de planta basado en principios de flujo en U y células de trabajo optimiza

drásticamente el uso del espacio y los tiempos de ciclo. La validación mediante simulación conceptual del flujo físico confirmó que, al centralizar la estación de dispensado, la fuente de agua y la báscula, se logró reducir la distancia de recorrido por pedido a un promedio de 8 metros (una optimización del 82 %). Esto elimina de manera efectiva los cuellos de botella generados por los contraflujos históricos.

3. En respuesta a la segunda pregunta de reflexión sobre la combinación óptima de sistemas, el análisis comparativo determinó que un modelo híbrido —compuesto por estibas antiderrame, dispensadores por gravedad y estanterías selectivas, apoyado por equipos de baja inversión como transpaletas manuales— es la solución más viable técnica y financieramente. Con una inversión sustentada de \$12.830.000, se erradican las mermas por aplastamiento y se recupera el 10 % del tiempo improductivo, garantizando la recuperación del capital (PRI) en 16.3 meses.
4. El proyecto logra una innovación en procedimiento al sustituir métodos empíricos por una operación estandarizada y segura. La liberación de 18.51 m² de área de suelo habilita a la organización para absorber futuros incrementos en la demanda sin requerir expansiones físicas inmediatas.

Lecciones Aprendidas

A partir del ejercicio práctico y la inmersión en la realidad operativa de la empresa, surgieron las siguientes lecciones:

- **El desafío de los datos históricos (Reto):** Una lección crítica fue la ausencia total de indicadores y registros históricos en la empresa. Esto enseñó que, en las pymes, el ingeniero debe desarrollar habilidades de observación directa y levantamiento en campo para construir la línea base desde cero.
- **La rentabilidad de la seguridad industrial (Positiva):** Se aprendió que las mejoras ergonómicas no son solo un requisito normativo, sino una fuente directa de ahorro. Eliminar el levantamiento de cargas pesadas justificó financieramente el proyecto al acelerar los tiempos de ciclo.
- **La innovación no siempre es tecnológica (Positiva):** Cambiar la cultura organizacional de un modelo reactivo (apilar donde haya espacio) a uno planificado (zonificación técnica y rotación FIFO) genera más impacto a corto plazo que la adquisición de tecnología costosa.

Recomendaciones y Plan de Acción Estratégico

Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de las mejoras propuestas (nueva distribución de planta y equipos), las recomendaciones derivadas de las lecciones aprendidas se han estructurado en un Plan de Acción formal. En la Tabla 13 se detallan los responsables, plazos, metas y riesgos asociados a cada iniciativa, asegurando que el documento trascienda de lo descriptivo a lo ejecutable para la gerencia de Inversiones DIMALU S.A.S.

Tabla 13

Plan de Acción y Aseguramiento Logístico Post-Implementación

Iniciativa / Recomendación	Responsable	Tiempo / Plazo	Recursos Requeridos	Meta e Indicador	Mecanismo de Seguimiento	Riesgos de Implementación
1. Implementación de Sistema WMS Básico (Trazabilidad)	Gerencia General y jefe de Planta	Mes 1 a Mes 3 post-proyecto	Software genérico de inventarios o Matriz Excel Avanzada; PC de planta.	Meta: 100% de productos codificados. Indicador: Confiabilidad del Inventario (ERI).	Auditoría aleatoria quincenal de conteo cíclico.	Resistencia al cambio tecnológico o por parte del personal; ingreso erróneo de datos.
2. Comité de Revisión de KPI (Auditoría de Ahorros)	Gerencia General	Mensual (Permanente)	Plantillas de indicadores logísticos.	Meta: Mantener ahorros en \$785.000/mes. Indicador: % Cumplimiento de Ahorro Proyectado.	Reunión de 1 hora al cierre de mes con revisión del flujo de caja.	Abandono de la práctica por priorizar "urgencias" del día a día; falta de disciplina métrica.
3. Diseño Participativo y Capacitación SST	Asesor SST / jefe de Planta	Pre-implementación (Semana 0)	Manual de seguridad, horas operativas para	Meta: 0 accidentes incapacitantes. Indicador: Tasa	Observación de comportamiento en planta (Listas de Chequeo SST).	Omisión del uso de equipos manuales (transpaletas) por costumbre de cargar

Iniciativa / Recomendación	Responsable	Tiempo / Plazo	Recursos Requeridos	Meta e Indicador	Mecanismo de Seguimiento	Riesgos de Implementación
			capacitación.	de accidentalidad y averías.		manualmente.

Nota. Elaboración propia.

Referencias

- Antún, J. P., Lozano, A., Hernández, R., Alarcón, R., y Muñoz, M. de los Á. (2008). *Centros logísticos* (Serie docencia SD/50). Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (Resolución A/RES/70/1).
- Calderón, N. J. (2022). *Propuesta de diseño logístico de almacenamiento para la empresa manufacturera Kassani ubicada en el municipio de Tocancipá*. Repositorio Institucional USTA.
- Frazelle, E. (2002). *World-class warehousing and material handling*. McGraw-Hill.
- López, J. F. (2021). *Plan de mejoramiento de los procesos de gestión de inventarios y almacenamiento para la empresa de calzado Bromx S.A.S*. Repositorio Institucional USTA.
- Mora, L. A. (2016). *Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento*. Ecoe Ediciones.
- Ortega, K. V. (2020). *Diseño de un centro de abastecimiento de productos agrícolas en la provincia del Guavio - Cundinamarca*. Repositorio Institucional USTA.
- Pinto, D. T., y Mogollón, P. D. (2025). *Diseño de un manual para el almacenamiento y etiquetado de productos químicos en los ambientes prácticos de aprendizaje de ciencias de la salud bajo el Sistema Globalmente Armonizado en una universidad de Villavicencio*. Repositorio Institucional USTA.
- Rodríguez, S. M. (2024). *Propuesta de mejora en la gestión de inventarios y almacenamiento de productos de la comercializadora BabyBum*. Repositorio Institucional USTA.
- Sabino, S. E. (2019). *Propuesta de mejoramiento en la gestión de almacenamiento de producto terminado en la empresa procesadora de alimentos para animales, Finca S. A. de Bucaramanga*. Repositorio Institucional USTA.

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., y Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities planning* (4.^a ed.). John Wiley & Sons.

Vargas, K. V. (2023). *Mejoramiento de la gestión de almacenamiento en la bodega de la empresa Japón Korea S.A.S.* Repositorio Institucional USTA.