

TÉCNICAS DE INGENIERÍA BASADAS EN SIMULACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE PROCESOS DENTRO DE UN BANCO DE ALIMENTOS

ARTÍCULO CIENTÍFICO

RECIBIDO: 20/10/2020 ACEPTADO: 20/01/2021 ÚLTIMA VERSIÓN: 20/02/2021

ENGINEERING TECHNIQUES BASED ON SIMULATION FOR THE IMPROVEMENT

¹ Gustavo Andrés Romero Duque, ² Natalia Sogamoso Tapiero, ³ Paula Yuliana Torres Pérez

¹ Fundación Universitaria Los Libertadores FULL Colombia. Ingeniería industrial, garomerod@libertadores.edu.co, ² Fundación Universitaria Los Libertadores FULL Colombia. Ingeniería industrial, nsogamosot@libertadores.edu.co, ³ Fundación Universitaria Los Libertadores FULL Colombia. Ingeniería industrial, pytorresp@libertadores.edu.co

Traducción de Paula Torres (Profesional en ingeniería industrial - Fundación Universitaria Los Libertadores)

Como citar este artículo: Romero et al., (2021) Técnicas de ingeniería basadas en simulación para el mejoramiento de procesos dentro de un banco de alimentos, revista científica Dynamikos 2 (1). Recuperado de: <https://teinco.edu.co/wp-content/uploads/2021/10/REVISTA-DYNAMIKOS-No3-ISSN-DATE-MFGG-PUBLINDEX.pdf>

RESUMEN

La logística es uno de los factores decisivos para la sostenibilidad de una empresa, ya que permite un aumento en su competitividad y reducción de costos logrando una permanencia en el mercado. Con base en lo mencionado anteriormente, la investigación y el desarrollo se enfocó en la problemática del modelo logístico y la metodología de las áreas de Alistamiento y Despachos del Banco de alimentos de Bogotá con el fin de entender el sistema y mejorar los procesos que lo componen. Como primera instancia, se realizó un diagnóstico de la cadena logística actual, por medio de observaciones de campo, toma y análisis de tiempos, diagrama de Ishikawa, histogramas y diagramas de flujo; haciendo foco en las áreas de Alistamiento, Despachos y procesos externos que afectan directamente la operación; esto con el fin de determinar las causas, consecuencia y factores que afectaban el rendimiento de los procesos. Posteriormente de haber detallado el diagnóstico, se analizó y se generó una serie de soluciones que abarcan los puntos críticos que se evidenciaron en los procesos (Alistamiento y Despachos) y se realizó la simulación en FlexSim para determinar el escenario más adecuado basado en las soluciones propuestas, esto con el objetivo de aumentar la satisfacción de sus clientes, la optimización y calidad de sus procesos, eliminar los reprocesos y reducir costos.

PALABRAS CLAVE: Buenas prácticas (BPA), Despachos, Estandarización de procesos, Logística, Picking, Simulación.

ABSTRACT

Logistics is one of the decisive factors for the sustainability of a company, since it allows an increase in its competitiveness and reduction of costs, achieving a permanence in the market. Based on the aforementioned, research and development focused on the problems of the logistics model and the methodology of the Enlistment and Dispatch areas of the Food Bank of Bogotá in order to understand the system and improve the processes that comprise it. As a first instance, a diagnosis of the current logistics chain was carried out, through field observations, time taking and analysis, Ishikawa diagram, histograms and flow diagrams; focusing on the areas of Enlistment, Dispatches and external processes that directly see the operation; this in order to determine the causes, consequences and factors that affect the performance of the processes. After having detailed the diagnosis, a series of solutions was analyzed and generated that cover the critical points that were evidenced in the processes (Enlistment and Dispatches) and the simulation was carried out in FlexSim to determine the most appropriate scenario based on the proposed solutions, this with the objective of increasing the satisfaction of its clients, the optimization and quality of its processes, eliminating reprocessing and reducing costs.

KEYWORDS: Dispatch, Good storage practices (GSP), Logistics, Picking, Simulation, Standardization of processes.

1. INTRODUCCIÓN

La logística es una de las actividades de mayor relevancia dentro de una organización empresarial, principalmente en las empresas del siglo XXI, que se caracterizan por estar en constante búsqueda de maximizar el nivel de satisfacción de sus clientes, reducir costos mediante tercerización de procesos y optimización de los mismos. Una distribución de productos con estándares altos de calidad, con tiempos adecuados de entrega y escurpulosidad en el servicio, son valores agregados que resaltan la diferencia en un mercado cada vez más competitivo. Por otro lado, la ingeniería industrial se ocupa principalmente de la optimización de recursos, ya sea en empresas productoras o proveedoras de servicios, por lo cual entre las diferentes herramientas y técnicas a utilizar dentro del área de logística está el estudio de la cadena logística. Esta herramienta detalla los procesos y movimientos de productos terminados o suministro de servicios, razón por la cual permite un análisis detallado de cada una de las etapas del proceso de igual modo identificar falencias y propicias decisiones óptimas para el planteamiento de soluciones. Entre otras técnicas y herramientas que ofrece la ingeniería industrial están: ingeniería de métodos y tiempos, distribución de bodega de almacenamiento, simulación, entre otras.

Así mismo, es importante mencionar que el desperdicio de los alimentos es un problema social y ambiental, según la FAO, un tercio de los alimentos que se producen se desperdician, además 821 millones de personas pasan hambre en el mundo y 150 millones de niños padecen retraso de crecimiento; es importante mencionar que estas cifras ascienden año tras año desde el 2017 y América del sur y África presentan las cifras más altas de pobreza según el informe anual de la ONU. Por otra parte, el desperdicio de alimentos actual en Colombia asciende a 9,76 millones de toneladas de comida al año es decir el 34% del total de los alimentos que se podrían consumir durante un año según reporte del periódico el tiempo. Parte del problema radica en los diferentes sistemas industriales, donde los alimentos se pierden o desperdician en toda la cadena de suministro, desde la producción inicial hasta el consumo final de los hogares. Muchas veces esto se debe a problemas en la recolección, almacenamiento, embalaje, transporte, infraestructura o a los mecanismos de mercado, o de los precios, así como a los marcos institucionales y legales.

El estudio se concentró en el Banco de alimentos de Bogotá, una institución sin ánimo de lucro que busca unir la academia, el sector privado y público, con organizaciones sin ánimo de lucro que atienden población vulnerable y cuenta con más de 18 años de experiencia. Así mismo, esta organización beneficia a cerca de 1.500 organizaciones, atiende a 1.400.000 personas, cuenta con cerca de 6.800 donantes y 689 estudiantes. Actualmente el proceso Core del Banco de alimentos de Bogotá es:

- **Donación:** La compra y recepción de donación de bienes y servicios alimenticios y no alimenticios.
- **Seleccionamos:** Selección y clasificación de los productos comprados y/o donados.
- **Almacenamos:** Acopio de los productos en las condiciones sanitarias adecuadas.
- **Beneficiamos:** Distribuir los alimentos, bienes y servicios a la población vulnerable.

Bajo estos preceptos, conociendo la naturaleza del Banco de alimentos y reconociendo la importancia de la logística en las organizaciones empresariales, se ha llevado a cabo el presente proyecto, con el objetivo principal de diseñar y proponer un sistema logístico de picking - despachos, específicamente en las áreas de alistamiento y despachos del Banco de alimentos de Bogotá con la finalidad de mejorar los tiempos y las actividades de operación. Lo anterior, basado en una de las herramientas de Lean Manufacturing (9S), inventarios ABC y SLP (Systematic Layout Planning); y con los objetivos específicos de realizar un diagnóstico de los procesos, simular las propuestas de mejora y establecer indicadores que permitan medir y tomar decisiones adecuadas.

Adicional, es importante resaltar que las herramientas mencionadas anteriormente, artículos, libros y proyectos similares, fueron claves para el desarrollo. Al plantear, simular y diseñar la solución plasmada se obtuvo un aumento en la productividad, logrando de esta manera aumentar el nivel de satisfacción, disminución en tiempos de holgura y obtención de un costo-beneficio.

2. MÉTODO

En el presente artículo, se expone el método que se utilizó para desarrollar adecuadamente el proyecto y brindar propuestas de mejora acordes a la naturaleza del Banco de alimentos de Bogotá, el cual se divide en cuatro partes:

- Diagnosticar áreas.
- Diseñar sistema logístico.
- Simular propuestas.
- Establecer indicadores.

De tal forma, se pudo conocer a profundidad el estado del sistema o los procesos de alistamiento y despachos, diseñar el sistema a partir de metodologías como 9S, inventarios ABC y SLP (Systematic Layout Planning). Posteriormente, analizar data para simular las propuestas de mejora y determinar el escenario más adecuado y, por último, establecer indicadores que permita a la organización evidenciar el rendimiento de su operación teniendo en cuenta factores como mano de obra, satisfacción del cliente, entre otros.

2.1 ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

La estrategia metodológica que se utilizó para llevar a cabo el proyecto y la investigación en el Banco de alimentos, se divide en cuatro partes principales como se mencionó anteriormente, lo fundamental de la metodología planteada fue el desglosamiento y grado de detalle que se pudo aplicar realizando esta división enfocada a cada objetivo del presente proyecto investigativo.

Las estrategias metodológicas se definieron teniendo en cuenta la razón y fundamento de este proyecto, por lo cual se hizo uso de la estrategia metodológica cuantitativa y cualitativa, ya que permitieron lograr la mediación más adecuada para la recolección y análisis de datos, junto con el detalle de los procesos que se evidenciaron en el área de alistamiento y despachos del Banco de alimentos. Uno de los objetivos primordiales a la hora de definir las estrategias metodológicas, fue la capacidad de detalle y análisis del proceso a partir de los conocimientos de la ingeniería

industrial, de este modo, se fue construyendo conocimientos de manera independiente, logrando (mediante el campo de observación) experiencias, capacidades, actitudes y conductas que llevaron a favorecer el desarrollo de la presente investigación. Además, permitió optimizar el tiempo y el espacio con el ritmo que se requería con el fin de obtener mejores resultados en la toma y análisis de datos.

En referencia a lo mencionado anteriormente y con el ánimo de lograr el mejor desarrollo de este proyecto investigativo, se adoptó la siguiente metodología:

- **Diagnosticar áreas:** Aplicación de herramientas de la ingeniería industrial, diseño de formatos estandarizados para la toma adecuada de datos, observación de desplazamientos y movimientos realizados en la operación, análisis de causas a partir de diagramas y entrevistas o cuestionarios a operarios y funcionarios de cargo fundamental en las bodegas de almacenamiento.
- **Diseñar sistema logístico:** Análisis a partir de los datos y observaciones obtenidos, discusión de resultados, lluvia de ideas, desarrollo de métodos SLP e inventarios ABC aplicados a la mejora de la bodega de almacenamiento.
- **Simular propuestas:** Desarrollo de la simulación mediante el software FlexSim tanto del escenario actual y real del banco de alimentos como de las diferentes propuestas planteadas a partir de los métodos SLP e inventarios ABC.
- **Establecer indicadores:** Finalmente el planteamiento de indicadores más adecuados que permitan el control y medición de la productividad de la operación diaria, semanal o mensual.

2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

El criterio utilizado durante el desarrollo del presente proyecto de investigación y basados en la capacidad de accesibilidad, desempeño de funciones y recolección de datos fue el criterio no probabilístico, este criterio permitió seleccionar la muestra de estudio a través de criterios propios establecidos con el objetivo de llevar a cabo el desarrollo más adecuado.

Para el desarrollo del presente proyecto, se utilizó específicamente el muestreo por conveniencia, principalmente por las características propias de este tipo de muestreo junto con la accesibilidad de la información y el bajo presupuesto que requiere. Es importante recalcar que la información obtenida fue producto de observaciones de campo realizadas por los autores y de registros históricos cuantitativos de tiempos, con los que contaba el Banco de alimentos de las operaciones o procesos de alistamiento y despachos.

Se obtuvieron alrededor de 1300 datos para analizar y determinar cuantitativamente el estado actual del Banco de alimentos y adicional, estudiar estadísticamente la data para establecer las distribuciones requeridas con el objetivo de simular los procesos actuales de alistamiento y despachos a fin de mejorarlos a través de las metodologías SLP (Systematic Layout Planning) e Inventarios ABC.

2.3 INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Para el proceso de recolección de información (datos, observaciones y detalles), se realizó a partir de la Ingeniería de métodos y tiempos, es decir, un sistema de control de tiempos para analizar el proceso utilizado en la operación, desarrollada específicamente en el área de alistamiento y despachos del Banco de alimentos.

En función de los resultados y realizar la consolidación más óptima de los datos documentados o tiempos y observaciones, se propusieron cuatro instrumentos de recolección de información:

- **Formulario de encuestas o entrevistas:** Los formularios de encuesta o entrevistas, fueron fundamentales en la recolección de información, ya que se obtuvo la percepción de las operaciones por parte de los empleados en diferentes niveles (auxiliares, operarios, supervisores, coordinadores y gerentes).
- **Formato de registro de tiempos:** El formato de registro de datos se diseñó con la finalidad de tener una visión más organizada, consolidada y detallada en las observaciones de campo realizadas, donde se registraron datos cualitativos y cuantitativos de las operaciones.
- **Bases de datos informatizadas en Excel:** Una vez consolidada la información, se registró en el software Excel para analizar los datos obtenidos por medio de tablas dinámicas, gráficas y formulación.
- **Diagramas y herramientas de la ingeniería industrial (Diagramas de flujo de proceso y Diagramas de Ishikawa):** Las herramientas mencionadas como el diagrama de Ishikawa se seleccionaron principalmente por las características dinámicas que lo identifican y el desglosamiento de causas mediante el uso de las 6M, las cuales son:
- **Mano de obra:** Se manejó revisando el recurso humano que fundamentan la operación en el área de alistamiento y despachos del Banco de alimentos, donde se evidenciaron un total de 10 operarios de los cuales siete (7) desempeñan específicamente el proceso de alistamiento y tres (3) el proceso de despachos. Principalmente con esta “M” se realizó el análisis de causas del comportamiento de los operarios al momento de ejecutar el proceso.
- **Métodos:** Esta “M” permite medir que tan efectivas y eficientes son las metodologías que se utilizan para ejecutar los procesos teniendo en cuenta el aprovechamiento de los recursos con los que cuenta la organización.
- **Maquinaria:** Este factor es importante porque permite evidenciar el abastecimiento óptimo de la maquinaria y si suple completamente los requerimientos de la operación. Adicionalmente por medio de esta “M” se puede determinar la maquinaria utilizada ya excedió su vida útil y debe ser reemplazada.
- **Materiales:** Por medio de este concepto se identificaron las prácticas actuales manejadas en la manipulación de los productos (alimenticios y no alimenticios).

- **Medición:** A partir de esta “M” se identificó el seguimiento y la medición actual que tiene el Banco de alimentos en cuanto a su recurso humano y el desempeño de sus procesos. Lo anterior, con el fin de establecer, en las propuestas de mejoras, indicadores de gestión que permitan observar el rendimiento de la operación y tomar decisiones adecuadas basadas en evidencias y resultados.
- **Medio Ambiente:** Por medio de esta “M”, se pudo identificar la infraestructura y las condiciones de distribución actuales en las bodegas de almacenamiento donde se realizan los procesos de alistamiento y despachos, identificando ausencia de codificación de ubicaciones que generan tiempos elevados y cuellos de botella en los procesos.

Por otra parte, los diagramas de flujo permitieron desglosar las diferentes operaciones que se realizan en el proceso, identificar puntos críticos de control o mejora y tener una visión más panorámica de toda la operación que se realiza en las áreas de alistamiento y despachos del banco de alimentos. Adicionalmente a los diagramas de flujo, también se diseñaron diagramas de recorrido en cuanto respecta el alistamiento de un pedido y su trayecto hasta la zona final del área de despachos, de este modo se hizo énfasis en las causas y problemas que se desarrollan en desplazamientos innecesarios y toma de productos por parte del operario, junto con el proceso de apilaje de pedido en estiba.

Cada una de las herramientas utilizadas se plantearon a partir de los conocimientos aplicados en cuenta respecta el estudio de métodos y tiempos dentro del campo de estudio de la ingeniería industrial.

2.4 PROCEDIMIENTO

Teniendo en cuenta la división metodológica que se planteó para el desarrollo del presente proyecto investigativo (las cuatro etapas principales: Diagnóstico de áreas, diseño sistema logístico, simulación de escenarios y planteamiento de indicadores) el detalle del procedimiento se desglosa a continuación:

2.4.1 DIAGNÓSTICO DE ÁREAS

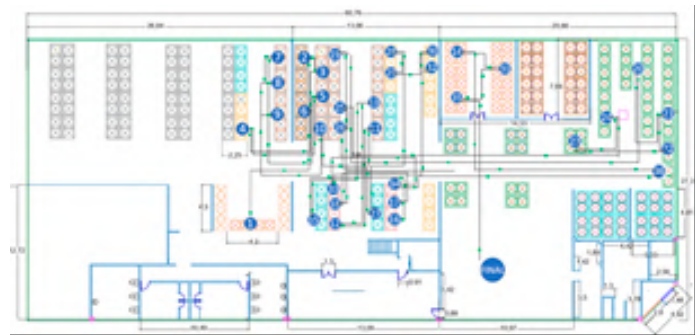
El diagnóstico realizado para la presente investigación se detalló minuciosamente por cada una de las áreas que intervienen en el proceso, las cuales son: recepción, alistamiento, despachos y finalmente transporte. Lo anterior, se realizó con base en observaciones de campo y tomas de tiempo discriminados en hora de llegada de un pedido y hora final de alistar un pedido, para que de esta manera se pudiera hallar cada cuanto llegaba un pedido al área de alistamiento y despachos y el tiempo que tardan los operarios en alistar y despachar un pedido de acuerdo a su complejidad (se considera un pedido pequeño cuando está por debajo de 1500 unidades, un pedido mediano cuando está entre 1501 y 3000 unidades y un pedido grande cuando supera 3001 unidades).

Desde el área de recepción la percepción que se obtuvo es que carece de herramientas tecnológicas y comunicación interna que permita tener una secuencia lógica del proceso y el mínimo de interferencias, es decir, que el problema principal radica en la actualización del aplicativo SIESA, software designado a la administración del inventario.

Desde el área de recepción la percepción que se obtuvo es que carece de herramientas tecnológicas y comunicación interna que permita tener una secuencia lógica del proceso y el mínimo de interferencias, es decir, que el problema principal radica en la actualización del aplicativo SIESA, software designado a la administración del inventario.

En el área de despachos el diagnóstico que se puede evidenciar es que no cuenta con una metodología que establezca una línea de Despachos por tipo de orden que favorezca la planificación de ruta, sino que se mezclan estos tres tipos de órdenes haciendo que pedidos grandes se demoren la misma cantidad de tiempo que un pedido pequeño, además de esto se puede enfatizar la escasez de personal.

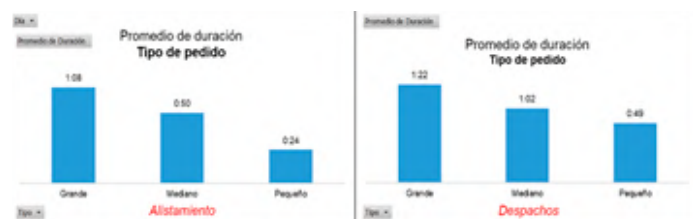
Ilustración 1. Diagrama de recorrido de los procesos (alistamiento y despachos)



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Dadas las observaciones de campo y las tomas de tiempo realizadas, se evidenciaron los tiempos de alistar y despachar un pedido como se presentan en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Promedio de duración en alistar y despachar un pedido



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Finalmente, del área de transporte se puede considerar que el número de transportistas con el que cuenta el Banco de alimentos no es suficiente para distribuir todos los pedidos en tiempos óptimos, sin embargo, este no es el único problema del banco, sino también la falta de planificación. Es importante resaltar que debido a la variación de tipo de órdenes que se maneja, se deben considerar varios factores y no solo la zona de la ciudad.

2.4.1.1 Identificación de causas

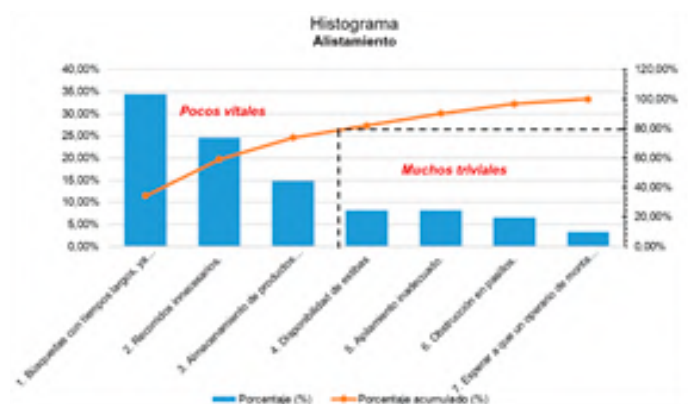
Con las observaciones de campo realizadas donde se contemplan tomas de tiempos, registro de problemas presentados e imágenes tomadas, se realizaron histogramas con la finalidad de analizar la frecuencia de las causas que ocasionan tiempos elevados en alistar y despachar un pedido.

Durante las observaciones y registros que se realizaron, se pudieron tomar un total de:

- Seguimiento a 26 salidas de mercancía para alistamiento.
- Seguimiento a 19 salidas de mercancía para despachos.

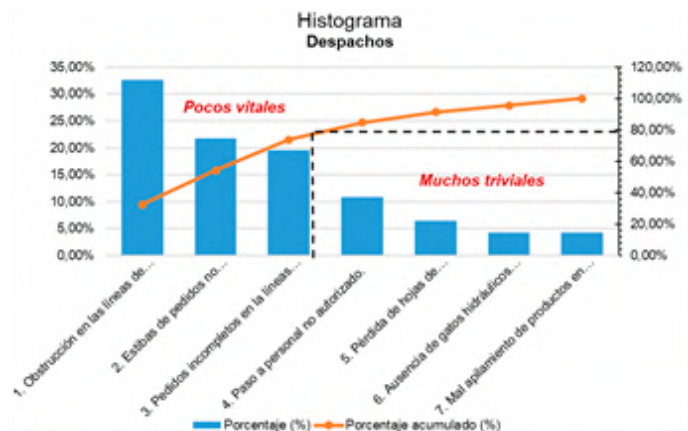
Es importante recalcar que estos registros fueron incluidos en la data con la cual se analizaron intervalos de llegada de salidas de mercancía a las áreas y duración de los procesos de alistamiento y despachos y se generaron histogramas, tal y como se presenta en la Gráfica 2 y Gráfica 3.

Gráfica 2. Histograma alistamiento



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Gráfica 3. Histograma despachos



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Como parte de la identificación, es importante tener claridad de la totalidad de las casuísticas que afectan los tiempos elevados en la ejecución de los procedimientos que se realizan actualmente, por lo anterior, se identificaron y establecieron a partir del diagrama de Ishikawa.

El diagrama de Ishikawa o también conocido como diagrama de causa – raíz y/o espina de pescado, es una herramienta de la ingeniería que permite reconocer, detallar y determinar las causas potenciales o reales de un problema, tal y como se presenta en el Banco de alimentos, lo cual ocasiona retrasos, pérdidas y finalmente insatisfacción en los clientes. Lo anterior se presenta en el Ilustración 2.

Ilustración 2. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Dando alcance a la ilustración presentada anteriormente, se detallan la 6M utilizadas en el diagrama de Ishikawa, junto con una breve explicación de los problemas encontrados.

2.4.1.2 Mano de obra

La mano de obra es uno de los factores más influyentes dentro de una operación, puesto que la operación se mueve por cada empleado. Durante las observaciones se pudo identificar que los operarios no tienen un procedimiento definido, por lo tanto, cada uno ejecuta su operación de forma diferente lo cual afecta notablemente las áreas generando tiempos elevados. Es importante resaltar que la comunicación entre el área de alistamiento y el área de despachos, debe ser constante y en ocasiones se evidenció que por falta de comunicación los pedidos no se encontraban acordes a los requerimientos solicitados por el cliente, por lo tanto, se generaban reprocesos que retrasaban la operación y como consecuencia se presentaban cuellos de botella.

Adicionalmente la ausencia de perfiles de cargo que definan las funciones a realizar, afecta notablemente, puesto que de esta manera el operario no conoce el impacto de su trabajo y como se puede afectar la cadena logística para la entrega final del pedido al cliente.

2.4.1.3 Método

En las áreas de Alistamiento y Despachos, no existe una metodología definida, por lo tanto, se afecta notablemente el proceso por el desconocimiento de la funcionalidad de la operación. La ausencia de tecnología impide que la operación se ejecute rápidamente, puesto que en estas áreas existen tareas manuales que podrían ser reemplazadas por sistemas tecnológicos que facilitarían y agregarían valor a la operación para disminuir los tiempos de ejecución.

2.4.1.4 Maquinaria

La maquinaria es un elemento tan importante como lo es la mano de obra, puesto que por medio de este elemento es posible llevar a cabo la operación que se está ejecutando. Dentro del banco de alimentos se pudo evidenciar que los productos que corresponden a Alistamiento se dejan en el nivel 1 de los racks (piso) debido a que de esta manera los Auxiliares de bodega del área de Alistamiento pueden tomar lo que corresponde según la Salida de mercancía del cliente, los niveles 2, 3 y 4 corresponden a zonas de almacenamiento, sin embargo, en ocasiones de alto flujo de órdenes de pedido los productos que se encuentran ubicados en zona de Alistamiento suelen acabarse, por lo tanto, se debe solicitar a un Auxiliar de bodega que utilice monta carga eléctrica de pasillo angosto que traslade los productos que se encuentran almacenados en nivel 2, 3 o 4 a las zonas de Alistamiento y en ocasiones puede tardar más de lo usual.

Es de suma importancia mencionar que las estibas son los elementos que permiten transportar los productos a las líneas de despacho para que posteriormente sean cargadas a los vehículos y se identificó la ausencia de zona de estibas, por lo que en ocasiones no hay disponibilidad de estas o se encuentran en los pasillos obstruyendo el paso.

2.4.1.5 Materiales

Los productos alimenticios y no alimenticios que se encuentran en las zonas de Alistamiento, no son manejados de la forma correcta por lo que se presenta deterioros, daños y derrames que representan pérdidas innecesarias por mala administración del producto.

2.4.1.6 Medio ambiente

Uno de los problemas más grandes que se ha podido identificar es la demarcación de los elementos y zonas de trabajo. Específicamente en la zona de Alistamiento las bodegas cuentan con una codificación que no es clara para los operarios, sin embargo, como los Auxiliares de bodega trabajan diariamente allí ya conocen el funcionamiento que se da en esta operación. Se pudo observar que el primer nivel de los racks corresponde al número de bodega 03 mientras que los niveles superiores corresponden a una bodega diferente, lo cual puede llegar a ocasionar confusiones. Así mismo se pudo observar que los racks no se encuentran codificados adecuadamente e impiden la correcta y rápida búsqueda de los productos que se encuentran en la orden de pedido.

Es importante mencionar que en la zona de Despachos las líneas de despacho no cuentan con codificación, sin embargo, es importante que se diferencien para facilitar a los Auxiliares de bodega la búsqueda de pedidos.

Las ubicaciones de piso no se encuentran demarcadas o en defecto estas ya no sobresalen, por lo que los operarios en ocasiones suelen dejar estibas en lugares que no corresponde y obstruyen el paso.

Por último, en todas las observaciones de campo que se realizaron se pudo evidenciar a personal no autorizado obstaculizando la zona de Despachos que como consecuencia trae accidentes ocupacionales o accidentes a los productos.

2.4.1.7 Medición

En toda organización es importante establecer métricas para medir el desempeño del trabajo debido a que esto compone la productividad de la empresa y las ventas que se generan, así como la satisfacción al cliente. En el Banco de alimentos se pudo observar que los Auxiliares de bodega son medidos con base en el tiempo de duración de ejecución de Alistamiento del pedido y cargue al vehículo para su posterior distribución, por lo tanto, cuentan con un tablero en cada zona para diligenciar los tiempos, los cuales son escritos por los mismos Auxiliares de bodega, es decir, que es responsabilidad de cada Auxiliar de bodega medir su trabajo. Una vez el tablero está completamente lleno, el practicante documenta los tiempos en un archivo Excel donde se analizan los datos y se obtiene un informe de la operación. Lo anterior se establece como un problema a atacar, puesto que es necesario virtualizar estas mediciones donde se pueda controlar los tiempos que tarda cada operario en generar un Alistamiento o despachar un pedido.

2.4.2 PROPUESTAS DE MEJORA

Las propuestas para mejorar los tiempos de operación del área de Alistamiento y Despachos del Banco de alimentos de Bogotá, se establecieron desde 3 enfoques (cosas, personas, empresas), basado en la metodología 9S que permiten entender la conexión de factores que debe existir en el sistema para el funcionamiento adecuado de la operación.

2.4.2.1 Con las cosas

2.4.2.1.1 Seiri (Clasificación)

- Una de las propuestas más representativas y de mayor impacto, se enfoca en la clasificación y codificación de bodegas / zonas junto con sus posiciones, ya que actualmente el Banco de alimentos de Bogotá no cuenta con una estructura que permita a los colaboradores y visitantes identificar fácilmente las zonas y bodegas con las que cuenta la institución.

La zonificación es una característica fundamental para lograr una adecuada administración logística. Sin embargo, el Banco de alimentos, por su naturaleza y flujo de operación, deben ubicar los productos en las ubicaciones que se encuentren vacías y no establecer zonas por categorías de productos. Dado lo anterior, el objetivo que se busca realizando esta codificación en las ubicaciones destinadas para almacenar producto es brindar distinción, secuencia y facilidad de relación, es decir, establecer codificaciones que sean intuitivas para los operarios y demás cargos que transiten o visiten estas zonas.

En primera instancia se establecieron los niveles de ubicación, comenzando desde la parte macro y terminando en la parte micro, tal y como se relaciona a continuación:

- Zonas o bodegas.
- Pasillos.
- Rack o ubicaciones de piso.
- Nivel (aplica sólo para rack).
- Posición derecha, izquierda o piso.

Una vez establecido lo anterior, se identificaron los niveles de ubicación dentro del Banco de alimentos, para de esta manera determinar el código adecuado para cada posición, cómo se presenta en la siguiente explicación:

- En primera instancia, se nombraron las bodegas o zonas por letra mayúscula (ejemplo: Bodega A).

- En primera instancia, se nombraron las bodegas o zonas por letra mayúscula (ejemplo: Bodega A).

- Luego se enumeraron los racks (ejemplo: 01).

- Se identificaron las posiciones para definir la marca a asignar en el código de la posición. Obteniendo derecha (D) e izquierda (I) y en caso de ser ubicación de piso, se estableció como piso (P).

- Por último, para cada rack se establecieron los niveles comenzando desde 01 (altura más baja) hasta 04 (altura más alta) (ejemplo: 01).

Obteniendo la siguiente estructura de codificación:

Tabla 1. Estructura de codificación de ubicaciones

Zona o bodega	Pasillo	Número de rack o piso	Posición	Nivel (aplica para racks)
A	00	00	D, I o P	00

Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

- Se realizó codificación y propuesta de enumeración de estibas, esto con el fin de brindar una mejora al proceso en cuanto a que los operarios de despachos pudieran distinguir las estibas pertenecientes a un pedido.

2.4.2.1.2 Seiton (Organización)

Se pudo evidenciar que una de las causas más influyentes en los tiempos de operación del proceso de cara a la fundación, se debe a que las Salidas de mercancía (pedidos) se aglomeran en el área de Recepción y posteriormente se generan cuellos de botella en Alistamiento y Despachos, esto debido a que puede transcurrir un tiempo promedio de 10 a 60 minutos aproximadamente sin que las Salidas de mercancía sean recogidas por el Gerente de operaciones, Coordinador de bodega y/o Supervisor de bodega. Por lo anterior se plantea:

- Una vez se ha realizado un pedido, las personas de recepción imprimen 2 copias de la Salida de mercancía, por lo tanto, la solución de ubicar una impresora que esté conectada por red a los equipos de cómputo de Recepción, permitiría a los Auxiliares de bodega de Alistamiento tener las Salidas de mercancía al instante y de esta manera se podría realizar el Alistamiento de pedidos sin que aumente el tiempo para el cliente. Para lo anterior, se realizó la siguiente cotización que facilitaría la operación y sería de gran uso para áreas allegadas, presentada en la Figura XX.

- Por otro lado, la siguiente opción es generar pedidos anticipadamente con las fundaciones (clientes), es decir, realizar una gestión telefónica y comercial con las fundaciones enlistando sus pedidos de manera que no se acerquen al Banco de alimentos, garantizando y dejando claridad que los pedidos serán despachados al día hábil siguiente.

2.4.2.1.3 Seiso (Limpieza)

- Se propone una zona para dejar las estibas vacías y organizadas una vez se desocupen, esto con el fin de tener disponibilidad de las mismas y no generar accidentes de trabajo u obstaculización.

2.4.2.2 Con las personas

Con la finalidad de abarcar las propuestas de mejora teniendo en cuenta las siguientes “S”:

- Seiketsu (Control visual)
- Shitsuke (Disciplina)
- Shikari (Constancia)
- Shitsukoku (Compromiso)

Se realizó el Manual de buenas prácticas y se realizaron videos para fomentar y sensibilizar sobre la importancia y beneficios que trae el uso de las 9S teniendo en cuenta una cultura organizacional que permita tener un adecuado proceso con un buen ambiente laboral.

Adicionalmente, se propone un plan de capacitación al personal que permita formar personas competentes y comprometidas con la labor que realizan dentro del Banco de alimentos de Bogotá.

2.4.2.3 Con la empresa

2.4.2.3.1 Seishoo (Coordinación)

Para obtener buenos resultados de los procesos, es necesario coordinar a todos los empleados y capacitarlos en el uso de herramientas, recursos y secuencia del flujo al momento de alistar un pedido y despacharlo. Por lo anterior, es necesario estar revisando constantemente los procesos, con la finalidad de observar oportunidades de mejora, diseñando un nuevo proceso que se adapte a la naturaleza de la operación del Banco de alimentos de Bogotá.

Por lo tanto, cada vez que se actualice un proceso este se debe divulgar formalmente a los involucrados de tal manera que se establezcan lineamientos en cuenta al uso adecuado de herramientas y recursos para ejecutar el flujo del procedimiento.

2.4.2.3.2 Seido (Estandarización)

Con la finalidad de reducir el riesgo de desconocimiento de los procesos y los documentos de soporte que se necesitan para realizar la gestión, se generó un Manual de elaboración y control documental.

2.4.3 DESARROLLO DE LA SIMULACIÓN

Se realizaron un total de cinco escenarios, teniendo en cuenta un análisis detallado de datos del escenario actual, generando soluciones a partir de la metodología de inventarios ABC, SLP (Systematic Layout Planning) e implementando una de las soluciones presentadas anteriormente que atacan el problema de raíz y permite eliminar desplazamientos innecesarios, cuellos de botella generados por la falta de comunicación automatizada entre áreas y aumentar la cantidad de pedidos realizados en un día.

Es importante mencionar que fue un total de cinco escenarios, dado que en las propuestas de ABC y SLP, se decidió excluir la responsabilidad al Supervisor de recoger las Salidas de mercancía (pedidos) en recepción, añadiendo una impresora en la zona de alistamiento (Bodega F) o un sistema automatizado que permita garantizar la llegada inmediata de las Salidas de mercancía una vez sean generadas en recepción.

2.4.3.1 Análisis estadístico de datos

Las observaciones de campo permitieron realizar la toma de data correspondiente a los tiempos de operación en las zonas de alistamiento y despachos, teniendo en cuenta los factores de mano de obra y los tipos de pedidos que se manejan. Adicionalmente, el Banco de alimentos suministró una base de información que, igual que las observaciones de campo, fue insumo principal para establecer la simulación dentro del sistema con el fin de buscar un escenario mejorado que permita aumentar la productividad y disminuir los tiempos de operación.

Una vez obtenida toda la información, se dispuso a determinar las actividades que se establecerían en la simulación para tener un escenario cercano a la realidad de la operación del Banco de alimentos, se enlistan las actividades en la Tabla 2.

Tabla 2. Actividades para simulación

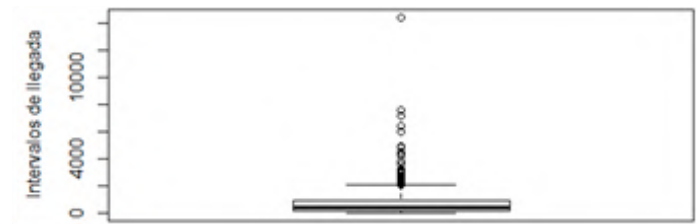
No	Actividades
1	Llegada de pedidos en alistamiento
2	Alistar un pedido grande
3	Alistar un pedido mediano
4	Alistar un pedido pequeño
5	Cargar pedido grande
6	Cargar pedido mediano
7	Cargar pedido pequeño

Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Posteriormente, se realizó un análisis cuantitativo y estadístico para establecer el comportamiento (distribución estadística) de tiempos de cada actividad que se presentó en la Tabla 1, lo anterior se analizó en el software EasyFit®.

Sin embargo, es importante mencionar que previo a hallar las distribuciones, se analizaron los datos tomados de las actividades que se ejecutan en la operación con la finalidad de normalizarlos. Por ejemplo, al ingresar los datos en el sistema de los Intervalos de llegada de salidas de mercancía al área de alistamiento arrojó una distribución Johnson SB con sus parámetros, sin embargo, partiendo del supuesto que existen ocasiones donde los tiempos pueden cambiar notoriamente por los casos atípicos que se presentan, estos datos (1146) han tenido que ser normalizados, es decir, deshacer los datos atípicos que pueden alterar la distribución arrojada. Por lo anterior, se analizaron los datos a través del Software RStudio con un diagrama Boxplot, como se presenta en la Ilustración 3.

Ilustración 3. Diagrama de Boxplot



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Como se puede evidenciar, dentro de la muestra que se tiene para dicha actividad, existe una cantidad de datos atípicos que alteran la distribución y los parámetros que se deben ingresar a la simulación. Por lo tanto, se realizó la programación para encontrar los datos atípicos de la base de datos y se encontró lo consignado en la Ilustración 4.

Ilustración 4. Datos atípicos

```

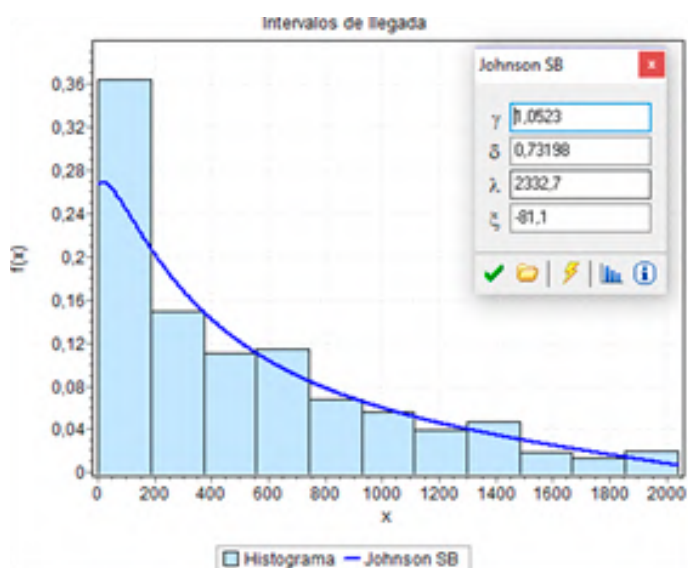
Sout
[1] 2880 2160 4320 2400 2700 2220 3000 2580 7140 3600 4500 2100 2100
[14] 2640 3000 2100 2400 3780 2160 2100 2160 2460 4800 3000 14400 2280
[27] 6420 6000 3060 2400 2160 2520 2760 2580 2880 4920 2460 2280 3060
[40] 2100 3240 2160 3840 7560 2340 2340 2100 2400 3180 2580 2400 2100
[53] 2160 2220 2700 2280 3060 2940 4260 2280 2160 2700 2280 2340 2520
[66] 3600 2100 2460 2580 2100

```

Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Ya teniendo las muestras de todas las actividades normalizadas, se analizaron por medio de EasyFit® para hallar las distribuciones que serían incluidas en la simulación en el software FlexSim®. Como ejemplo, se presenta la Ilustración 5 con la distribución de los Intervalos de llegada de salidas de mercancía al área de alistamiento.

Ilustración 5. Distribución estadística y parámetros



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Lo anterior, se realizó para todas las actividades presentadas en la Tabla 2.

2.4.3.2 Simulación de escenarios

Se dispuso a establecer los elementos que ofrece el sistema FlexSim® para simular la operación como lo son los source, queue, processor, multiprocessor, sink, dispatcher, operator, entre otros. A continuación, se presentan los elementos que se incluyeron en la simulación, teniendo en cuenta la operación del Banco de alimentos:

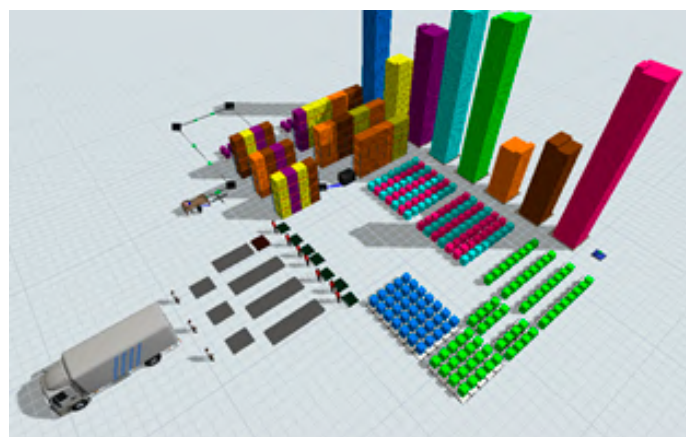
- Recepcionista. (Source)
- Recepción llegada de SM. (Queue)
- Llegada de SM pequeños. (Queue)
- Llegada de SM medianos. (Queue)
- Llegadas de SM grandes. (Queue)
- Abastecimiento. (Source)
- Racks de almacenamiento y ubicaciones de piso. (Rack).
- 7 Operarios de alistamiento junto con sus combiner representados con la letra A y un número del 1 al 7. (Operator y Combiner)
- Línea de despacho. (Queue)
- 3 Operarios de despachos junto con sus separator representados con la letra D y un número del 1 al 3. (Operator y Separator)
- Transporte. (Sink)
- Total pedidos realizados. (Queue)
- Pedidos realizados pequeños. (Queue)
- Pedidos realizados medianos. (Queue)
- Pedidos realizados grandes. (Queue)

Adicionalmente se expone el color de cada pedido, con la finalidad de identificarlo a lo largo del desarrollo del artículo:

- Pedido grande identificado con color rojo.
- Pedido mediano identificado con color amarillo.
- Pedido pequeño identificado con color azul.

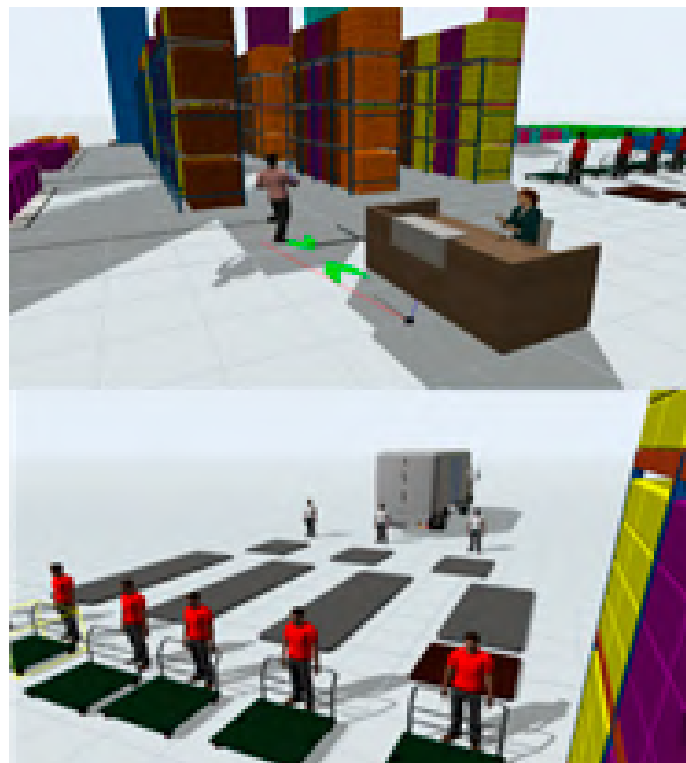
Una vez determinado lo anterior, se dispuso a generar la distribución actual del Banco de alimentos, con el objetivo de acercar la simulación a la realidad que se vive diariamente en las operaciones de alistamiento y despachos. Así mismo, se tuvieron en cuenta las distancias, puesto que es un factor fundamental para evaluar el desplazamiento de los operarios (recorridos innecesarios) y determinar un recorrido más acorde que disminuya los tiempos de operación. Se presentan las ilustraciones 6 y 7 mostrando el escenario actual.

Ilustración 6. Distribución en planta de escenario - Actual



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Ilustración 7. Distribución en planta de escenario - Actual



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Posteriormente, se establecieron los escenarios de mejora, teniendo en cuenta el escenario actual, las propuestas basadas en las 9S y los escenarios con las metodologías de inventarios ABC y SLP, los cuales se presentan a continuación:

2.4.3.3 Escenario por método SLP

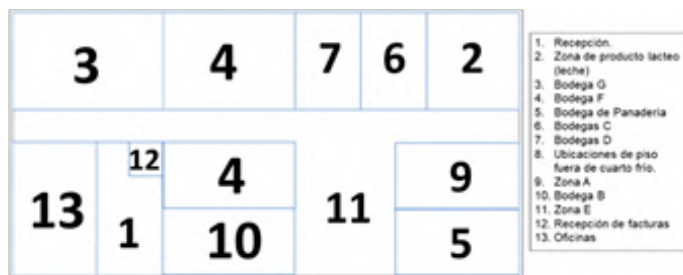
Con el objetivo de desarrollar el mejor planteamiento en cuanto a distribución en planta del Banco de alimentos de Bogotá, se realiza un planteamiento a partir del modelo SLP (Systematic Layout Planning), de este modo generar el mejor escenario posible que permita una reducción y mejoramiento en los tiempos de alistamiento de pedidos y despachos.

Para el desarrollo de este método se desarrolló en cuatro partes fundamentales para la construcción del boceto más adecuado, las cuales son:

- Identificación de áreas y actividades.
- Realización de la Tabla Relacional de Actividades.
- Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades (Representación nodal).
- Realización de bocetos y selección de la mejor Distribución en Planta.

Desde la primera parte que corresponde a la **identificación de áreas y actividades**, se realizó una descripción de las áreas que intervienen en el estudio del presente proyecto indicando las diferentes tareas y funciones que se desempeñan en cada zona para posteriormente hacer las tablas y diagramas teniendo en cuenta la cercanía que debe existir entre áreas y/o zonas. En la segunda parte, se desarrolló la **tabla de relación de actividades** a partir de las zonas descritas y los criterios establecidos considerando las valoraciones de cercanía (facilidad de acceso, facilidad de supervisión e inspección, conveniencia de cercanía, contacto necesario y flujo de producto) y la nomenclatura de cercanía establecida (Absolutamente necesaria, especialmente necesaria, importante, ordinaria, sin importancia y no deseable), esto para el desarrollo de los diagramas que definirán la distribución adecuada basada en la metodología SLP (Systematic Layout Planning). Una vez obtenidos los resultados de la tabla de relación se analizó e interpretó lo requerido para diseñar un diagrama relacional de actividades en modo de presentación nodal teniendo en cuenta las valoraciones de cercanía ya mencionadas en la segunda parte. Finalmente, con el diagrama obtenido, se procedió a elaborar el diseño de un boceto de distribución en planta para trasladarlo al software Flexsim y evaluar su funcionamiento como posible escenario de mejora. Como se presenta en la ilustración 8.

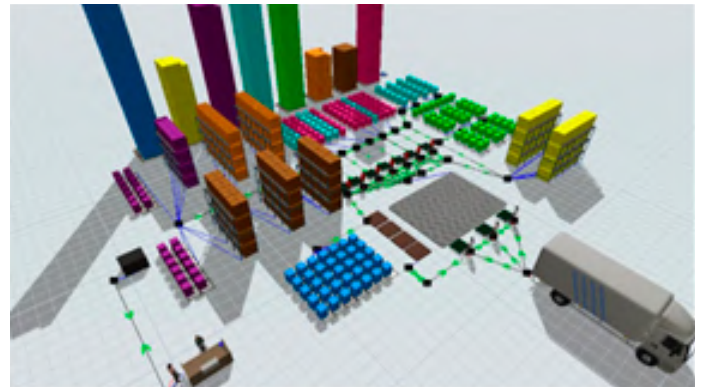
Ilustración 8. Boceto de distribución en planta – Método SLP



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

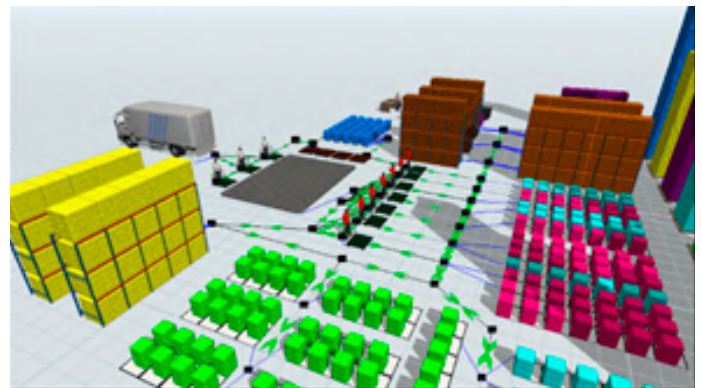
Con base en el primer modelo realizado (escenario actual) y la propuesta de mejora enfocada en el método SLP (Systematic Layout Planning) descrita, se desarrollaron dos (2) escenarios como se presenta a continuación en las ilustraciones 9 y 10.

Ilustración 9. Distribución en planta de escenario - Método SLP



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Ilustración 10. Distribución en planta de escenario - Método SLP



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

2.4.3.4 Escenario por clasificación inventarios ABC

El escenario por clasificación de inventarios ABC se desarrolló a partir del principio de Vilfredo Pareto quien, en 1897, afirmó que el 20% de las personas ostentaban el 80% del poder político y la abundancia económica, mientras que el 80% restante de la población se repartía el 20% restante de la riqueza y de la influencia política, este principio es aplicable a diferentes áreas entre las cuales resalta la logística. El presente análisis permitió identificar los productos que impactan significativamente el valor global del inventario, es decir que mediante el desarrollo de este método se pudo definir un escenario basado en la prioridad de los productos que se manejan en el banco de alimentos.

Para el desarrollo de este método, los datos obtenidos y demás información requerida se tomó a partir del informe anual de gestión del Banco de alimentos, con esta información y las estadísticas obtenidas se desarrolló una tabla con los datos junto con sus respectivos porcentajes del total global y acumulados, finalmente se aplicó la teoría del método de inventarios ABC y se obtuvo los siguientes resultados.

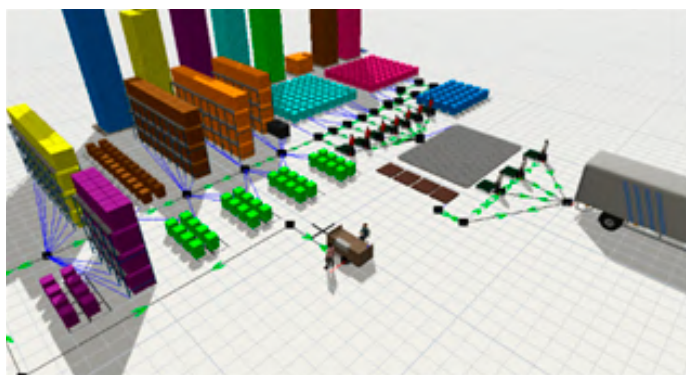
Tabla 3. Consolidado de datos método inventarios ABC

Clasificación productos	Total Kg	% total	% Acumulado total	Clasificación ABC	%
Productos de abarrotes	5503793	37.1%	37.1%	A	73,1%
Productos de granos	3060636	20.6%	57.7%	A	
Productos de fruter	2276303	15.3%	73.1%	A	
Productos de aseo	1224512	8.3%	81.4%	B	22,0%
Productos lácteos	1048724	7.1%	88.4%	B	
Productos carnicos	984688	6.6%	95.1%	B	
Productos panadería	583176	3.9%	99.0%	C	4,9%
productos no alimenticios	136322	0.9%	99.9%	C	
Productos bebidas	12619	0.1%	100.0%	C	
TOTAL	14830773				

Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

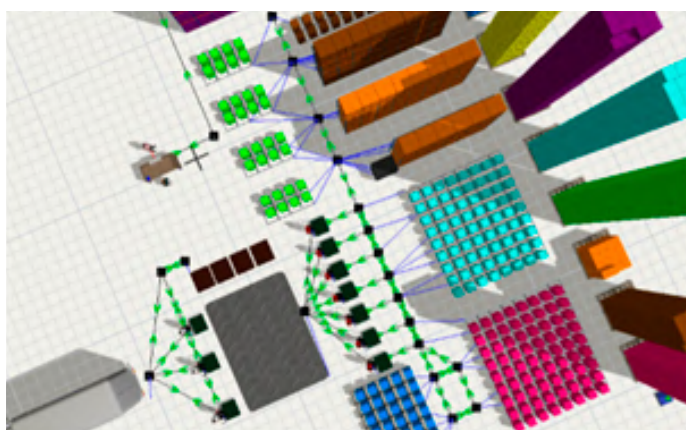
El escenario por inventario o Inventarios ABC permite brindar una priorización de productos teniendo en cuenta su importancia desde varios factores (valor, rotación, demanda, etc.). Por lo anterior, se planteó un escenario que permite evidenciar esta categorización para determinar cuál es la propuesta que se adecua a la operación del Banco de alimentos. En las ilustraciones 11 y 12 se muestra los dos escenarios desarrollados a partir de este método.

Ilustración 11. Distribución en planta de escenario - Método ABC



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Ilustración 12. Distribución en planta de escenario - Método ABC



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

2.4.4 DESARROLLO DE INDICADORES

Con base en la división del método en cuatro partes principales para el presente proyecto de investigación enfocado en la mejora y objetivos corporativos del Banco de alimentos (mejorar la calidad de vida de las personas que no tienen acceso a alimentos, seleccionando y distribuyendo estos mismos), se proponen los siguientes indicadores con la finalidad de que estos comuniquen a los cargos gerenciales sobre el desempeño del proceso de Alistamiento y Despachos y se tomen decisiones que permitan establecer una mejora continua en los procesos.

Los indicadores están enfocados al último paso (Beneficiamos) del proceso del Banco de alimentos y se pueden observar en la Tabla 4.

Tabla 4. Propuesta y definición de indicadores

Indicador	Alcance
Tasa de entregas perfectas	Permite medir el cumplimiento de entregas perfectas
Entregas a tiempo	Permite medir el cumplimiento de fechas pactadas con la fundación
Entregas completas	Permite medir la completitud de las entregas
Tasa de devoluciones	Permite medir la calidad de productos que fueron entregados.
Entregas por tipo de pedido	Permite evidenciar la distribución de los tipos de pedidos entregados
Tasa de pendientes	Permite ver los pedidos que han tenido pendientes al momento de cargarlos a los vehículos para su transporte
Personas competentes y comprometidas	Permite medir si se están formando personas competentes y comprometidas con la labor
Rendimiento del proceso de Alistamiento	Permite medir la eficiencia del proceso de Alistamiento
Rendimiento del proceso de Despachos	Permite medir la eficiencia del proceso de Despachos

Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

A continuación, se presenta un ejemplo de elaboración de los indicadores junto con su ficha técnica, teniendo en cuenta la teoría investigada en Indicadores de la gestión logística KPI (Mora García, 2008), en este caso el ejemplo mostrado corresponde al primer indicador definido “tasa de entregas perfectas”.

2.4.4.1 Tasa de entregas perfectas

El indicador Tasa de entregas perfectas, permitirá evidenciar el porcentaje de pedidos que el Banco de alimentos entrega perfectamente, es decir, que cumpla con los siguientes 3 criterios:

- Entrega en el tiempo pactado.
- Entrega completa.
- Entrega con productos en buen estado (solicitados).

En la ilustración 13, se presenta la ficha técnica diseñada del indicador.

Ilustración 13. Diseño ficha técnica Indicadores

Ficha técnica indicador			
Tasa de entregas perfectas			
Elaborado:	Natalia Sogamoso Tapero	Código:	OPE-FOR-004
Revisado:		Versión:	1.0
Aprobado:		Fecha:	16-jul-2020
Tasa de entregas perfectas			
Fuente de información	Actas de entrega de satisfacción de los clientes, verificando fechas pactadas contra fechas entregadas, calidad y cantidad de los productos que fueron acordados en la Salida de mercancía		
Criterios de medición	Que el Banco de alimentos tenga calificaciones positivas cumpliendo requerimientos de fecha, calidad y cantidad acordada, que permitan evidenciar el cumplimiento para mejorar constantemente los procesos		
Fórmula de cálculo	Número de entregas perfectas / Número de entregas totales x 100		
Unidad de medición	Porcentaje (%)		
Frecuencia de medición	Mensual		
Interpretación	Nivel de cumplimiento: Tasa menor al 50% Cumplimiento bajo Tasa entre el 51% y 80% Cumplimiento aceptable Tasa mayor al 81% Cumplimiento alto		

Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Lo presentado anteriormente, se realizó para todos los indicadores propuestos en la Tabla 4.

3. RESULTADOS

Una vez se inicializó la simulación se pudieron obtener los reportes detallados en donde se registraban los cuellos de botella en las líneas de despacho y la cantidad de pedidos realizados discriminados por el tipo de salida de mercancía (azul corresponde a pedidos pequeños, amarillo a pedidos medianos y rojo a pedidos grandes). Donde:

- El escenario actual es el **escenario 1**.
- El escenario con distribución basada en la metodología SLP es el **escenario 2.1**.
- El escenario con distribución basada en la metodología SLP quitando la manualidad del supervisor es el **escenario 2.2**.
- El escenario con distribución basada en la metodología ABC es el **escenario 3.1**.
- El escenario con distribución basada en la metodología ABC quitando la manualidad del supervisor es el **escenario 3.2**.

Con la finalidad de determinar el escenario más acorde y evidenciar las mejoras en el sistema con los escenarios propuestos, se revisan los resultados arrojados por el software FlexSim y de igual forma, se visualiza el sistema en funcionamiento para cada escenario. Lo que se busca con los resultados es determinar la cantidad de pedidos que puede alistar un operario, la cantidad de pedidos que puede despachar un operario, donde este último arrojará la cantidad de pedidos que puede entregar el Banco de alimentos en una jornada laboral con los recursos que se tienen actualmente.

Dado lo anterior, se evidenció y obtuvo lo siguiente:

3.1 ESCENARIO 1 – ACTUAL

Pedidos generados en el día: La Recepcionista (source) genera al día un total de **71** pedidos, de los cuales sólo **51** son despachados correctamente y se encuentran discriminados como **35** pedidos pequeños, **12** pedidos medianos y **4** pedidos grandes.

Cola en recepción: Son las salidas de mercancía que se acumulan en la zona de recepción para ser entregadas en la zona de alistamiento. La máxima cola registrada en esta zona es de **9** salidas de mercancía (pedidos).

Supervisor: Tiene un porcentaje de tiempo inactivo en el proceso de alistamiento de **98,27%**, ya que solo en **0,76%** del tiempo total de la jornada, está dirigiéndose a la cajonera de la Bodega F a dejar las salidas de mercancía para que los operarios procedan con el alistamiento.

Operarios de alistamiento: El Operario A1 encargado de alistar pedidos grandes es el task executor con menor tiempo de inactividad, exactamente un **17,44%** y el Operario A3 encargado de alistar pedidos medianos cuenta con un porcentaje de inactividad del **45,14%**. Por otro lado, los operarios de alistamiento restantes, cuentan con un tiempo de inactividad que supera el **50%**.

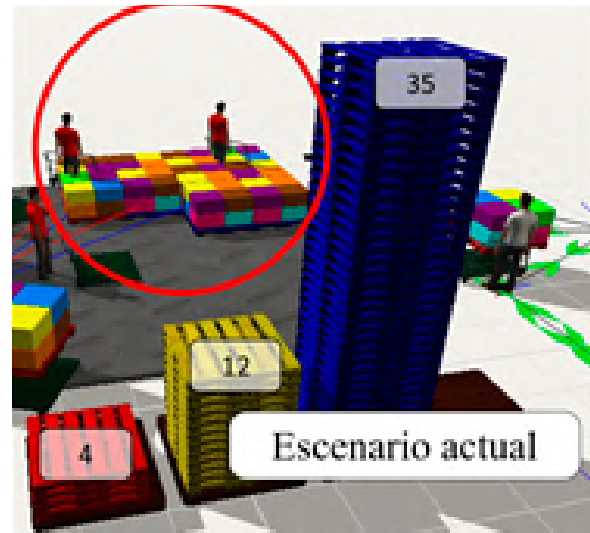
Cola de alistamiento: Son las salidas de mercancía que se acumulan en la zona de alistamiento para ser ejecutadas por los Operarios. La máxima cola registrada en esta zona es de 9 salidas de mercancía (pedidos).

Operarios de despachos: Los Operarios de despachos cuentan con un porcentaje de inactividad alto (**86,08%**, **65,02%** y **62,29%**), esto debido al flujo que se está llevando a cabo en el proceso predecesor (alistamiento).

Cola de despachos: Son los pedidos que se acumulan en la zona de despachos para ser cargadas a los vehículos correspondientes para hacer llegar el pedido al cliente. La máxima cola registrada en la línea de despachos es de **10** pedidos.

A continuación, se presenta la ilustración 14, donde se muestra el estado al final de la jornada.

Ilustración 14. Escenario 1 - Actual



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

3.2 ESCENARIO 2.1 – DISTRIBUCIÓN CON METODOLOGÍA SLP

Pedidos generados en el día: Partiendo del **escenario 1**, en este se puede evidenciar que, de **71** pedidos generados en la recepción, son despachados correctamente **56** (aumentó en 5) y se encuentran discriminados como **37** pedidos pequeños, **13** pedidos medianos y **6** pedidos grandes.

Cola en recepción: La máxima cola registrada en esta zona es de **8** salidas de mercancía (pedidos), una salida de mercancía menos a comparación del **escenario 1**.

Supervisor: Se puede observar que el supervisor tiende a aumentar su inactividad en el proceso (pasa de **98.27%** a **99.36%**) y disminuir su tiempo correspondiente a trasladar las salidas de mercancía (pasa de **0.76%** a **0.24%**), esto con respecto al **escenario 1**.

Operarios de alistamiento: Para este escenario, el porcentaje de inactividad de los Operarios disminuye en un porcentaje muy bajo, incluso en Operario A1 aumenta su porcentaje de inactividad en **1.56%** con respecto al **escenario 1**.

Cola de alistamiento: Se mantiene la máxima cola registrada en esta zona con **9** salidas de mercancía (pedidos).

Operarios de despachos: Para este escenario, el porcentaje de inactividad de los Operarios disminuye en un porcentaje muy bajo, incluso en Operario D2 aumenta su porcentaje de inactividad en **10.97%** con respecto al **escenario 1**.

Cola de despachos: Se puede evidenciar una mejora en la cola registrada en la línea de despachos, ya que disminuyó de **10** pedidos a **3** pedidos, de acuerdo al **escenario 1**.

A continuación, se presenta la ilustración 15, donde se muestra el estado al final de la jornada.

Ilustración 15. Escenario 2.1 - SLP



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

3.3 ESCENARIO 2.2 – DISTRIBUCIÓN CON METODOLOGÍA SLP INCLUYENDO IMPRESORA EN ZONA DE ALISTAMIENTO

Debido a que uno de los problemas evidenciados fue el recorrido innecesario que debe realizar el Supervisor para recolectar las salidas de mercancía y llevarlas a la cajonera donde se dejan las salidas de mercancía en la Bodega de alistamiento (Bodega F), se documentó en las propuestas de

mejora eliminar este rol y ubicar una impresora en la Bodega F que permita que las salidas de mercancía lleguen justo cuando las Recepcionistas terminan de documentar el pedido de la fundación. Por lo anterior, se elimina el Supervisor para observar los cambios.

Pedidos generados en el día: Partiendo del **escenario 1**, en este se puede evidenciar que, de **71** pedidos generados en la recepción, son despachados correctamente **65** (aumentó en **14**) y se encuentran discriminados como **44** pedidos pequeños, **13** pedidos medianos y **8** pedidos grandes.

Cola en recepción: Disminuye la máxima cola registrada en esta zona a **1** salida de mercancía (pedido).

Operarios de alistamiento: El porcentaje de inactividad disminuyó en el Operario A1 que había aumentado anteriormente, cuando se estableció la distribución SLP. Cuando se quita el Supervisor (escenario 2.2) las inactividades que aumentan corresponden a los Operarios A2 y A7 en un **3.57%** y **1.51%** respectivamente.

Cola de alistamiento: Se mantiene la máxima cola registrada en esta zona con **9** salidas de mercancía (pedidos).

Operarios de despachos: El porcentaje de inactividad disminuyó en el Operario D2 que había aumentado anteriormente, cuando se estableció la distribución SLP. Para este escenario, el porcentaje de inactividad de los Operarios disminuye en un porcentaje muy bajo con respecto al **escenario 1**.

Cola de despachos: Se puede evidenciar una mejora en la cola registrada en la línea de despachos, ya que disminuyó de **10** pedidos a **3** pedidos, de acuerdo al **escenario 1** y se mantiene igual de acuerdo al **escenario 2.1**.

A continuación, se presenta la ilustración 16, donde se muestra el estado al final de la jornada.

Ilustración 16. Escenario 2.2 - SLP incluyendo impresora en zona de alistamiento



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

3.4 ESCENARIO 3.1 – DISTRIBUCIÓN CON METODOLOGÍA ABC

Pedidos generados en el día: Partiendo del **escenario 1**, en este se puede evidenciar que, de **71** pedidos generados en la recepción, son despachados correctamente **50** (disminuyó en 1) y se encuentran discriminados como **34** pedidos pequeños, **12** pedidos medianos y **4** pedidos grandes.

Cola en recepción: La máxima cola registrada en esta zona es de **9** salidas de mercancía (pedidos), igual que el **escenario 1**.

Supervisor: Se puede observar que el Supervisor tiende a mantener su porcentaje de inactividad, esto con respecto al **escenario 1**.

Operarios de alistamiento: Aunque el **escenario 3.1** no es el más conveniente en términos de pedidos realizados en el día, se puede observar una disminución en el tiempo de inactividad de los Operarios, a excepción del Operario A3, donde se presenta un incremento en el porcentaje de inactividad de **0,12%**.

Cola de alistamiento: La máxima cola registrada en esta zona es de **10** salidas de mercancía (pedidos).

Operarios de despachos: Para este escenario, el porcentaje de inactividad de los Operarios disminuye en un porcentaje muy bajo, incluso en Operario D2 aumenta su porcentaje de inactividad en **9,91%** con respecto al **escenario 1**.

Cola de despachos: Se puede evidenciar que, en la cola máxima registrada en la línea de despachos, aumenta de **10** pedidos a **11** pedidos, de acuerdo al **escenario 1**.

A continuación, se presenta la ilustración 17, donde se muestra el estado al final de la jornada.

Ilustración 17. Escenario 2.1 - ABC



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

3.5 ESCENARIO 3.2 – DISTRIBUCIÓN CON METODOLOGÍA SLP INCLUYENDO IMPRESORA EN ZONA DE ALISTAMIENTO

De igual forma que el escenario 2.2, para este caso se eliminará el Supervisor asumiendo que existe una impresora en la zona de alistamiento o Bodega F, donde llegarán las salidas de mercancía inmediatamente se generen en la recepción. Dado lo anterior, en los resultados se obtiene lo siguiente:

Pedidos generados en el día: Partiendo del **escenario 1**, en este se puede evidenciar que, de **71** pedidos generados en la recepción, son despachados correctamente **63** (aumentó en 12) y se encuentran discriminados como **41** pedidos pequeños, **13** pedidos medianos y **9** pedidos grandes.

Cola en recepción: Disminuye la máxima cola registrada en esta zona a **1** salida de mercancía (pedido).

Operarios de alistamiento: El porcentaje de inactividad de los Operarios tiende a disminuir a excepción de los Operarios A2, A4 y A7, aumentando en **3,46%**, **3,10%** y **4,76%** respectivamente.

Cola de alistamiento: Disminuye la máxima cola registrada en esta zona a **1** salida de mercancía (pedido).

Operarios de despachos: Para este escenario, el porcentaje de inactividad de los Operarios disminuye en un porcentaje muy bajo con respecto al **escenario 1**.

Cola de despachos: Se puede evidenciar una mejora en la cola registrada en la línea de despachos, ya que disminuyó de **10** pedidos a **5** pedidos, de acuerdo al **escenario 1**.

A continuación, se presenta la ilustración 18, donde se muestra el estado al final de la jornada.

Ilustración 18. Escenario 3.2 - ABC incluyendo impresora en zona de alistamiento



Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Ya obtenidos los reportes de acuerdo a los escenarios generados en la simulación, se realizó una comparación de cada escenario con respecto a la cantidad de pedidos que se alistaban y se despachaban en un día laboral, esto para determinar qué escenario se adecua y es el más óptimo para la operación del Banco de alimentos de Bogotá. Lo anterior, se presenta en las Tablas 5 y 6.

Tabla 5. Resultados de simulación de escenarios

Object	Class	Escenario 1	Escenario 2.1	Escenario 2.2	Escenario 3.1	Escenario 3.2
		stats_input	stats_input	stats_input	stats_input	stats_input
Pedidos realizados pequeños	Queue	35	37	44	34	41
Pedidos realizados medianos	Queue	12	13	13	12	13
Pedidos realizados grandes	Queue	4	6	8	4	9
Total		51	56	65	50	63
Aumento total en unidades		-	5	14	-1	12
Aumento total en porcentaje		-	9,80%	27,45%	-1,96%	23,53%

Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

Tabla 6. Escenario actual -VS- Escenario SLP incluyendo impresora en zona de alistamiento

Object	Class	Escenario 1	Escenario 2.2	Aumento en unidades	Aumento en porcentaje
		stats_input	stats_input		
Pedidos realizados pequeños	Queue	35	44	9	25,71%
Pedidos realizados medianos	Queue	12	13	1	8,33%
Pedidos realizados grandes	Queue	4	8	4	100,00%
Total		51	65	14	27,45%

Fuente: Completamente generada por el autor, 2020.

De acuerdo a las Tablas 3 y 4, se determina que el escenario acorde y que maximiza la elaboración de pedidos (alistados y despachados) corresponde al escenario 2.2, el cual conlleva a la inclusión de una impresora o sistema automatizado en el área de alistamiento (Bodega F), eliminando la tarea de ir a recoger las Salidas de mercancía a la recepción. Adicionalmente, se debe realizar una distribución basada en el método SLP (Systematic Layout Planning). Lo anterior permite obtener un aumento del 27,45% con respecto al escenario actual, lo cual corresponde a un total 14 pedidos discriminados como 9 pedidos pequeños, 1 pedido mediano y 4 pedidos grandes.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Por medio del análisis del método SLP se diseñó una propuesta de mejora, que permite un incremento en la productividad del 27,45% con respecto al escenario actual que presenta el Banco de alimentos de Bogotá, este incremento tiene mayor porcentaje de incidencia en los pedidos clasificados como pequeños seguido de los pedidos grandes y finalmente los pedidos medianos.

Con el objetivo de encontrar la mejor propuesta de mejora se realizó un análisis del inventario por método de clasificación de inventarios ABC teniendo en cuenta la recurrencia de los productos, en este escenario se automatizó la comunicación entre las áreas de recepción y alistamiento y se generó un incremento del 23,53%. Se desarrolló un manual de codificación de documentos por medio del cual se estandariza la documentación emitida por la empresa, de este modo incrementar estándares de buenas prácticas con respecto al manejo documental y registro óptimo de los mismos, de igual

modo se elaboró un manual de buenas prácticas de almacenamiento (BPA) con el objetivo de estandarizar los procedimientos de acomodación de pedidos (apilaje), almacenamiento y tratamiento de los productos para evitar pérdidas innecesarias y preservar de la mejor manera los productos alimenticios.

Teniendo en cuenta los problemas de codificación de bodegas que se evidenciaron se generó una propuesta de codificación alternativa para estandarizar las distintas denominaciones que se tienen en las bodegas de almacenamiento, alistamiento y en la zona de despachos. Se diseñó una base de consulta a través de herramientas ofimáticas (Hojas de cálculo de Google Drive) enfocada a la actualización de ubicaciones de los productos dirigidos al área de alistamiento, de este modo se reducen las tareas innecesarias como la búsqueda de las ubicaciones por parte de los operarios y se genera un flujo del proceso de modo continuo.



REFERENCIAS



- Banco de alimentos de Bogotá. (2019). Informe de gestión 2019. Bogotá D.C.
- Be plus image - Cursos de 3D y Rendering. (20 de Abril de 2020). Obtenido de <https://www.bepusimage.com/blog/que-es-sketchup-definicion/>
- Bizagi Oficial Plataforma de negocios digitales y BPMS. (11 de Enero de 2020). Obtenido de <https://www.bizagi.com/acerca-de>
- Castellanos Ramírez, A. (2009). Manual de la gestión logística de transporte y distribución de mercancías. Barranquilla: Ediciones Uninorte.
- Díaz Arango, C. I., & Arias Combariza, R. A. (2010). Una propuesta tecnológica basada en radiofrecuencia para apoyar el proceso de Picking en los cuartos fríos de industria de alimentos Zenu S.A.S. (Tesis de pregrado). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- FlexSim: 3D Simulation Modeling and Analysis Software. (11 de Enero de 2020). Obtenido de <https://www.flexsim.com/es/empresa/>
- Gomez Montoya, R. A., & Correa Espinal, A. A. (2011). Tecnologías de la información y comunicación (TICs) en los procesos de recepción y despacho. Revista Avances en Sistemas e Informática, 127-133.
- Guerrero Salas, H. (2009). Inventarios manejo y control. Bogotá D.C.: Ecoe Ediciones.
- Jacho Calderón, J. E. (2014). Propuesta de aplicación de la metodología de las 9 “S” en la microempresa Providensa (Tesis de pregrado). Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- LEY 1990 DE 2019. (05 de Abril de 2020). Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/Ley-2019-N0001990_20190802.pdf
- Mantilla Celis, O. L. (2009). Lean six sigma Logistics: Modelo de desarrollo (Tesis de maestría). Monterrey: Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey.
- Mora García, L. A. (2008). Indicadores de la gestión logística KPI (Segunda edición). Bogotá D.C.: Ecoe Ediciones.
- Muther, R. (1961). Distribución en planta. Barcelona: Hispana Europea.
- Muther, R. (1968). Planificación y proyección de la empresa industrial (Método SLP). Barcelona: Editores Técnicos Asociados S.A.
- Negron, D. F. (2009). Administración de Operaciones, Enfoque de administración de procesos de negocios. Mexico D.F: Cengage Learning.
- Pineda Quistial, A. J. (2015). Diseño e implementación de la metodología 9’S para la optimización de servicios en el taller mecánico Automotriz EA Motors (Tesis de pregrado). Ibarra: Universidad técnica del norte.
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. (2010). Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Reyes Villamizar, F., Cruz Araujo, L. F., Cáceres Vargas, N. P., & Cubillos Castaño, N. M. (2017). Desempeño del sector textil-confección informe. Bogotá D.C.: Superintendencia de Sociedades.
- Rosas, J. (08 de Abril de 2020). Paritarios. Obtenido de https://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm
- Rushton, A., Baker, P., & Croucher, P. (2006). The Handbook of Logistics and Distribution Management. The United Kingdom: Editorial Kogan Page Publishers.
- Sogamoso Tapiero, N., & Torres Pérez, P. Y. (2020).
- Vélez Cabrera, L. G., Rodríguez López, E. F., Camacho Rios, M. T., & Cubillos Castaño, N. M. (2013). Desempeño del sector del sector textil-confección 2008-2012 informe. Bogotá D.C.: Superintendencia de Sociedades.