



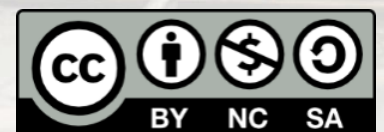
**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**DISEÑO DE UN PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE UN INDICADOR DE EFICIENCIA GLOBAL (OEE)
EN EL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE INDUSTRIA
MERCADERO Y COLOR S.A.S.**

Autor (es)

Sara Rojas Ruiz

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial
Medellín, Colombia
2021



Diseño de un plan para la implementación de un indicador de Eficiencia Global (OEE) en el centro de distribución de Industria Mercadeo y Color S.A.S.

Sara Rojas Ruiz

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Pregrado de Ingeniería Industrial

Asesores (a):

Dr. William Alonso Londoño Monsalve
Administración de empresas

Lucila González Pinto
Ingeniería Industrial

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería., Departamento de Ingeniería Industrial
Medellín, Colombia
2021.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	5
Introducción	5
1 OBJETIVOS.....	6
1.1 Objetivo general.....	6
1.2 Objetivos específicos	6
2 MARCO TEÓRICO	7
2.1 Lean manufacturing	7
2.2 Eficiencia general de los equipos (OEE)	8
2.3 WMS (Warehouse Management System).....	10
2.4 LMS (Labor Management System o Gestión De La Mano De Obra)	10
2.5 Centro de distribución.....	11
2.6 Picking	12
3 Metodología	13
3.1 Análisis de la situación actual de la empresa.....	13
3.2 Establecer proyecto a desarrollar	15
3.3 Recolectar información del proceso que se va a intervenir	17
3.4 Realizar mediciones necesarias para el proyecto.....	20
3.5 Diseñar plan para la implementación del proyecto.....	23
4 RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	25
5 CONCLUSIONES.....	25
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
7. ANEXOS.....	27

Lista de gráficas

Gráfica 1: Distribución tiempo OEE. Fuente: Elaboración propia.....	9
Gráfica 2: Metodología del proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	13
Gráfica 3: Procesos del centro de distribución. Fuente: Base de datos del CEDI.....	14
Gráfica 4: Diagrama de flujo picking. Fuente: Elaboración propia.....	19

Gráfica 5: Indicador productividad por día. Fuente: Información CEDI.....	20
Gráfica 6: Layout IMERCO S.A.S. Fuente: Elaboración propia.....	21
Gráfica 7: Distancias base. Fuente: Elaboración propia.	21
Gráfica 8: Desplazamientos. Fuente: Elaboración propia.....	22
Gráfica 9: Distancia estantería - Usuario. Fuente: Elaboración propia.	22
Gráfica 10: Muestra de matriz de distancia. Fuente: Elaboración propia.....	23

Lista de tablas

Tabla 1: Calificación OEE.....	10
Tabla 2: Porcentaje de participación CTN. Fuente: Datos históricos CEDI.....	16
Tabla 3: Porcentaje de participación PTL. Fuente: Elaboración propia.....	17
Tabla 4: Metas para picking en el CEDI. Fuente: Información CEDI.....	19
Tabla 5: Distancia entre ubicaciones por ola. Fuente: Elaboración propia.....	23
Tabla 6: Parámetros establecidos. Fuente: Elaboración propia.	24
Tabla 7: Resultados indicador OEE. Fuente: Elaboración propia.	25

DISEÑO DE UN PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN INDICADOR DE EFICIENCIA GLOBAL (OEE) EN EL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE INDUSTRIA MERCADEO Y COLOR S.A.S.

Resumen

Al realizar un análisis de la situación de la empresa Industria Mercadeo y Color S.A.S, ubicada en el municipio de Itagüí y la cual es la encargada de distribuir la mercancía a las tiendas ubicadas alrededor de el país, así como también a las exportaciones, se evidenció una oportunidad de mejora en el área de picking, por lo cual se decidió plantear la evaluación de un indicador que tenga en cuenta la disponibilidad, el rendimiento y la calidad del proceso, obteniendo así una medición mas completa y poder determinar la raíz del problema y así poder darle solución, obteniendo un proceso con excelencia.

Introducción

Debido a la alta competitividad que hay en el mercado, las empresas deberían considerar la implementación de una cultura organizacional enfocada al mejoramiento continuo para lograr mantener sus altos estándares de calidad y producción, y poder responder ante las necesidades de sus clientes; llevando a cabo la optimización de sus procesos y eliminando la mayor cantidad de desperdicios posibles. La implementación de técnicas de la manufactura esbelta permite alcanzar dichos objetivos y una de las que implementan las empresas es la evaluación de los procesos por medio del indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) el cual sirve para medir el rendimiento y la productividad de los procesos.

El planteamiento del indicador OEE en el centro de distribución de Industria Mercadeo y Color S.A.S le permitirá evaluar no solo el rendimiento de sus colaboradores, sino también la calidad y el correcto uso del tiempo; siendo este último, uno de los principales problemas de la

organización, específicamente en el proceso de picking, esto determinado por estudios previos realizados al proceso, donde se concluyó que el 67% del tiempo los operarios están realizando actividades que no le agregan valor al producto. A partir de esto, se encuentra una oportunidad de mejora por medio de la evaluación de los procesos.

Para lograr el objetivo del proyecto se deberá establecer el escenario actual de los procesos de la empresa, y a partir de diferentes herramientas de métrica como el LMS (Labor Management System o Gestión de Mano de Obra) y el WMS (Wireless Management System o Sistema de Gestión de Almacenes), este último ya implementado, determinar los valores para la estimación de los parámetros necesarios: Disponibilidad, Calidad y Rendimiento.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Diseñar un plan para la implementación de un indicador de productividad basado en la manufactura esbelta, que ayude a medir la eficiencia global del proceso de picking en el centro de distribución de Industria Mercadeo y Color S.A.S.

1.2 Objetivos específicos

- Definir el escenario actual de los procesos del centro de distribución.
- Evaluar diferentes herramientas que puedan servir para llevar a cabo la medición de los parámetros necesarios.
- Especificar el objetivo de productividad de los procesos.
- Definir variables de tiempo necesarias para el cálculo del indicador (tiempo total, tiempo planeado, tiempo disponible, tiempo productivo, tiempo muerto).
- Establecer variables de producción (capacidad productiva, producción real).

- Planificar la implementación del indicador OEE.

2 MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se hace una recopilación de todos los conceptos requeridos para el desarrollo del trabajo. En primer lugar, se realiza una introducción al concepto de Lean Manufacturing, posteriormente se da una definición y explicación del indicador de eficiencia que se piensa implementar en el centro de distribución de Industria, también se exponen las principales características de los sistemas de administración existentes en el mercado como los son el WMS (Warehouse Management System) y LMS (Labor Management System) y por último se define el proceso de picking y sus tipos.

2.1 Lean manufacturing

La base del proyecto es la filosofía de manufactura esbelta la cual es definida por Socconini (2019): “como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor a un proceso, pero sí costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizadas y capacitadas” (p.20). Algunas de las herramientas que ofrece el Lean manufacturing son: Las 5’s, Just in Time (JIT), Kaizen (Mejoramiento continuo), el SMED (Single Minute Exchange of Die o Cambios rápidos), el TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Total Productivo), el OEE en el cual se enfocará el proyecto; los beneficios que se pueden evidenciar con la implementación de esta filosofía pueden ser: el incremento de la productividad, calidad, ganancias, ventas y valor de la empresa; así como también la reducción del inventario, plazos de entrega y costes de producción.

2.2 Eficiencia general de los equipos (OEE)

El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es una herramienta para medir, analizar y realizar un diagnóstico de la eficiencia productiva de los procesos mediante indicadores porcentuales, para así poder tomar decisiones más acertadas enfocadas en la mejora continua de la organización. La ventaja que tiene el OEE según Cruelles (2019) es que “mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad”.

El cálculo del OEE se lleva a cabo multiplicando las tres razones porcentuales de:

$$OEE = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad$$

El objetivo principal de este indicador es volver más productiva y eficiente la planta. Los tres ítems que componen el OEE son:

Disponibilidad: La disponibilidad mide el tiempo realmente productivo tanto de las máquinas como de los operarios.

$$Disponibilidad = \text{Tiempo productivo} / \text{Tiempo disponible}$$

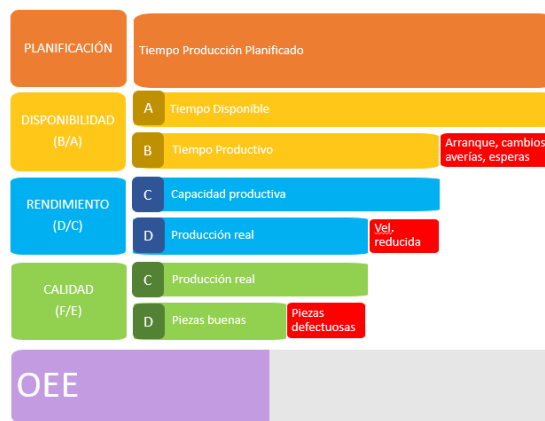
Rendimiento: El rendimiento muestra la eficiencia de los procesos.

$$Rendimiento = \text{Producción real} / \text{Capacidad productiva}$$

Calidad: La calidad muestra la cantidad de unidades producidas que cumplen los parámetros respecto al total.

$$\text{Calidad} = \text{Total de unidades buenas} / \text{Total de unidades producidas}$$

En la gráfica 1 se pueden observar los factores que más influyen en la pérdida de OEE.



El resultado del OEE se encuentra en el rango [0, 1] pero se suele expresar en porcentaje, la interpretación del resultado de este indicador se encuentra establecido por Cruelles y se clasifica en cinco rangos como lo muestra la tabla 1:

OEE	Calificativo
OEE < 65%	Inaceptable

65% < OEE < 75%	Regular
75% < OEE < 85%	Aceptable
86% < OEE < 95%	Buena
OEE > 95%	Excelente

Tabla 1: Calificación OEE.

2.3 WMS (Warehouse Management System)

El WMS o Sistema de Gestión de Almacenes es una de las TIC más utilizada para mejorar la eficiencia de los procesos de almacenaje, esta herramienta brinda muchas ventajas ya que permite obtener una trazabilidad de los productos.

De acuerdo con Ramma, Subramanya y Rangaswamy (2012)¹ el WMS “es una aplicación informática impulsada por una base de datos, para mejorar la eficiencia del almacén y para llevar un inventario preciso al registrar las transacciones. Este sistema también dirige y optimiza el stock basándose en información en tiempo real sobre el estado de las ubicaciones. El WMS suele ser la interfaz que se utiliza para gestionar procesos, personas y equipos a nivel operativo” (p. 14).

2.4 LMS (Labor Management System o Gestión De La Mano De Obra)

En la actualidad se han venido implementando diferentes TIC en la gestión de almacenes, las cuales permiten llevar una mejor gestión en los almacenes, una de ellas es el LMS, la cual sirve

¹ RAMAA, A., SUBRAMANYA, K. N y RANGASWAMY, T.M. Impacto of Warehouse Management System in a Supply Chain. Bangalore: International Journal of Computer Applications. 2012. p. 14. 54(1). <https://research.ijcaonline.org/volume54/number1/pxc3882062.pdf>

de apoyo para el WMS y según Correa, Gómez y Cano (2009) es un “sistema de control de las actividades de los operadores del almacén...”,...”con su utilización se logra el mejoramiento del desempeño de los trabajadores y el aprovechamientos de los recursos en el almacén, a través del control y seguimiento sobre estos” (p. 155).

2.5 Centro de distribución

Un centro de distribución (CEDI), según la definición de Zona Logística (2020), “se entiende como un espacio logístico en el que se almacena mercancía y se embarcan órdenes de salida para que sean distribuidos en el comercio mayorista o minorista”. Estos espacios normalmente se encuentran conformados por uno o más almacenes en los que ocasionalmente se implementan ciertos sistemas según las necesidades de cada empresa.

Los CEDI's tienen como objetivo almacenar, controlar, custodiar y despachar eficientemente los inventarios de las empresas; lo que implica evitar la pérdida y el deterioro de los productos. Adicionalmente, en los centros de distribución se deben preparar las órdenes y la facturación de acuerdo con unos tiempos de entregados establecidos, se gestionan servicios para clientes externos e internos, buscando obtener la máxima eficiencia en el movimiento de la mercancía a lo largo de las operaciones, con el costo más bajo posible.

Dentro de los centros de distribución los procesos básicos que se llevan a cabo son: recepción, almacenamiento, alistamiento, preparación (Picking) y despacho de pedidos, más adelante se profundizará sobre los procesos que se llevan a cabo en el centro de distribución en el cual se realizó el trabajo.

2.6 Picking

El proceso de picking se encarga de la preparación de los pedidos en el centro de distribución. Según Zhang (2016) el *picking* “consiste, en primer lugar, en recibir la orden en el almacén, luego el encargado ("picker"), bien sea un sistema automatizado o un operario recolector, se dirige a la isla o bloque de estantes donde se encuentre el SKU solicitado, realiza la recolección y analiza si la orden está completa; en caso de ser así, se dirige al punto de entrega; de lo contrario, analiza su capacidad de transporte de los distintos SKU y se dirige al siguiente SKU hasta completar la orden que posteriormente es llevada al punto de acopio, bien sea para consolidar con otra fracción del pedido o ser enviada a su destino” (p.30-49).

El proceso de alistamiento de pedidos, en los centros de distribución, es la actividad con más alta prioridad para mejorar la productividad, además de ser la más costosa empleando en ella el 50% de los costos de operación (Díaz y Cadena 2016). Por otro lado, este proceso tiene gran importancia en el ámbito táctico y estratégico de la organización lo cual podría representar una inconsistencia a la hora de querer reducir costos. El proceso tiende a requerir una alta eficiencia ya que los clientes ahora tienden a realizar los pedidos más tarde, pero esperando entregas más rápidas.

Están definidos diferentes métodos para recolectar los pedidos en los centros de distribución de manera eficiente, los cuales son:

- Picking por orden: se asigna una orden a un recolector o parte de ella y este busca alrededor del almacén los productos requeridos por la orden, ya sea a pie, utilizando un vehículo u otro.
- Aglomeramiento: Se asignan varias órdenes a un recolector, el cuál recorre el almacén con un carro u otra herramienta con el fin de ahorrar tiempo.
- Picking por zonas: Los productos son retirados de zonas específicas, donde cada zona tiene a uno o varios recolectores asignados

- Picking por olas: Las órdenes son agrupadas y asignadas a recolectores en momentos específicos según las necesidades del almacén, como por ejemplo, salida de transportes, ciclos de abastecimiento, u otros
- Picking por lotes: Los recolectores retiran productos similares para suplir varias órdenes al mismo tiempo
- Pick por línea: Bajo este concepto se retiran productos por cajas, los cuales se ubican en una zona de fácil acceso, y se retiran según sean requerido. (Richards, 2018).

3 Metodología

Para la realización de este proyecto se definieron 6 etapas, las cuales tienen concordancia con los objetivos específicos planteados.

Análisis de la situación actual de la empresa.

Establecer proyecto a desarrollar.

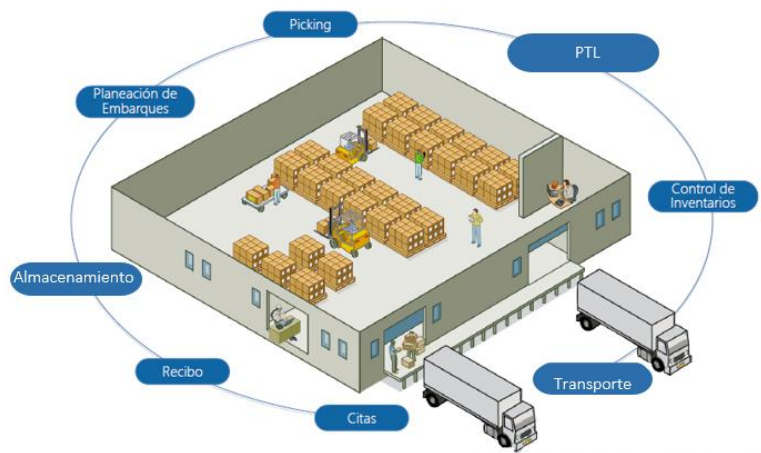
Recolectar información del proceso que se va a intervenir.

Realizar mediciones necesarias para el proyecto.

Diseñar plan para la implementación del proyecto. |

3.1 Análisis de la situación actual de la empresa

Por medio de la observación directa de las operaciones que se realizan en el Centro de Distribución de Industria Mercadeo y Color S.A.S. se lograron definir los procesos que se llevan a cabo allí, mostrados en la gráfica 3:



Gráfica 3: Procesos del centro de distribución. **Fuente:** Base de datos del CEDI.

En el centro de distribución actualmente hacen uso del sistema WMS de la empresa Blue Yonder, antes JDA, como apoyo de todos los procesos descritos a continuación:

- **Citas:** Este es el primer proceso del centro de distribución, los proveedores realizan la solicitud para agendar la cita de entrega del pedido, esta es asignada siempre y cuando cumplan con unos requisitos establecidos.
- **Recibo:** Después de cumplir con los requisitos de las citas los productos son descargados de los camiones y junto a una persona enviada por el proveedor se da comienzo al proceso de recibo, registrando una a una cada prenda del lote ingresándolas al sistema WMS. Los productos que no cumplan con las características establecidas previamente con la muestra del producto no son recibidas.
- **Acomodo:** Posteriormente de ser recibida, la mercancía pasa a ser almacenada en la ubicación que corresponde ingresando esta información en el WMS. El centro de

distribución tiene inventario de varias marcas, a cada una le corresponde cierta zona y estas a su vez se dividen entre las categorías Vigente, Reposición, No Vigente y Saldos.

- **Planeación de embarque:** Con la mercancía ya almacenada, se procede a realizar la planeación de los pedidos que luego serán despachados. Esta planeación se hace con la ayuda del sistema WMS, escogiendo el método óptimo de recolección de pedidos que se realizará posteriormente.
- **Picking:** Después de haber realizado la planeación de los pedidos se comienza la recolección de estos, los colaboradores reciben la orden por medio del WMS y se dirigen a la ubicación dada por el sistema, sacan las prendas solicitadas y se dirigen a la nueva ubicación, esto se realiza hasta que el pedido este completado. Dependiendo del método de picking del pedido, lo empaca el mismo colaborador o lo llevan a una zona establecida para después ser recolectado.
- **PTL:** En este proceso se recolectan aquellos pedidos que lo requieran y por medio de un PTL se realiza la separación de productos según la orden y, posteriormente, su empaque.
- **Control de inventarios:** Con el fin de asegurar que los productos estén disponibles para cuando el cliente lo requiera, se realiza un control de inventario y así reabastecer el centro de distribución cuando sea necesario.
- **Transporte:** Después de tener los pedidos listos se procede a enviarlos a los respectivos clientes, actualmente en el centro de distribución se cuenta con diferentes transportadoras como TCC, Coordinadora, Saferbo.

3.2 Establecer proyecto a desarrollar

A partir de la información recolectada y evidenciada en la tabla 2 y tabla 3, se pudo observar que aproximadamente el 70% del tiempo empleado en el proceso de picking corresponden a

actividades que no agregan valor al producto como lo son grandes desplazamientos, entre otros.

A partir de estos datos, y con la información anteriormente mencionada, sobre los altos costos que implica este proceso en la operación, se decide realizar el proyecto brindando una oportunidad de mejora.

N°	Actividades	T. PROM/UND	% PARTICIPACIÓN
1	Recibir tarea		
2	Leer PADRE		
3	Imprimir rótulo de CTN	18	11%
4	Buscar carro de picking - canastas		
5	Ir a ubicación dada por el sistema	33	20%
6	Identificar la ubicación		
7	Pistolear LPN		
8	Buscar prenda/Pistolear PLU	15	9%
9	Registrar prenda en el CTN correspondiente		
10	Almacenar prenda en canasta de recolección		
11	Ir hacia zona de auditado	36	22%
12	Armar caja/Encintar	42	25%
13	Almacenar prendas en caja		
14	Verificar auditoria/Cerrar caja	10	6%
15	Pegar rótulo y PADRE		
16	Llevar caja a bastidor	13	8%
TC (Segundos)		167	100.0%

Tabla 2: Porcentaje de participación CTN. **Fuente:** Datos históricos CEDI.

N°	Actividades	T. PROM/UND	% PARTICIPACIÓN
1	Ir a zona de asignación de tareas	35	31.8%
2	Leer PADRE	12	10.8%
3	Dirigirse al piso correspondiente		
4	Buscar carro de picking	28	25.2%
5	Buscar canastas vacías		
6	Ir a ubicación dada por el sistema	0.9	0.8%
7	Identificar la ubicación		
8	Marcar LPN	1.4	1.3%
9	Bajar canasta de estantería		
10	Verificar unidades físicas vs sistema	1.1	1.0%
11	Tomar unidades solicitadas		
12	Pistolear PLU		
13	Almacenar prenda en canasta de recolección		
14	Depositar PADRE en la RF	25	22.5%
15	Escribir ola en el sticker del PADRE		
16	Ir a zona de PTL		
17	Descargar canastas	7	6.6%
TC (Segundos)		111	100.0%

Tabla 3: Porcentaje de participación PTL. **Fuente:** Elaboración propia.

El proyecto que se desarrollará se decidió enfocarlo en los principios de la manufactura esbelta ya que se busca eliminar esos desperdicios que no están permitiendo la optimización del proceso. Se propone implementar una de las herramientas de la filosofía que más se adecúa al problema, la cual es el indicador OEE que se encargará de brindar información de rendimiento, calidad y disponibilidad del proceso y así poder controlarlo desde los ámbitos importantes.

3.3 Recolectar información del proceso que se va a intervenir

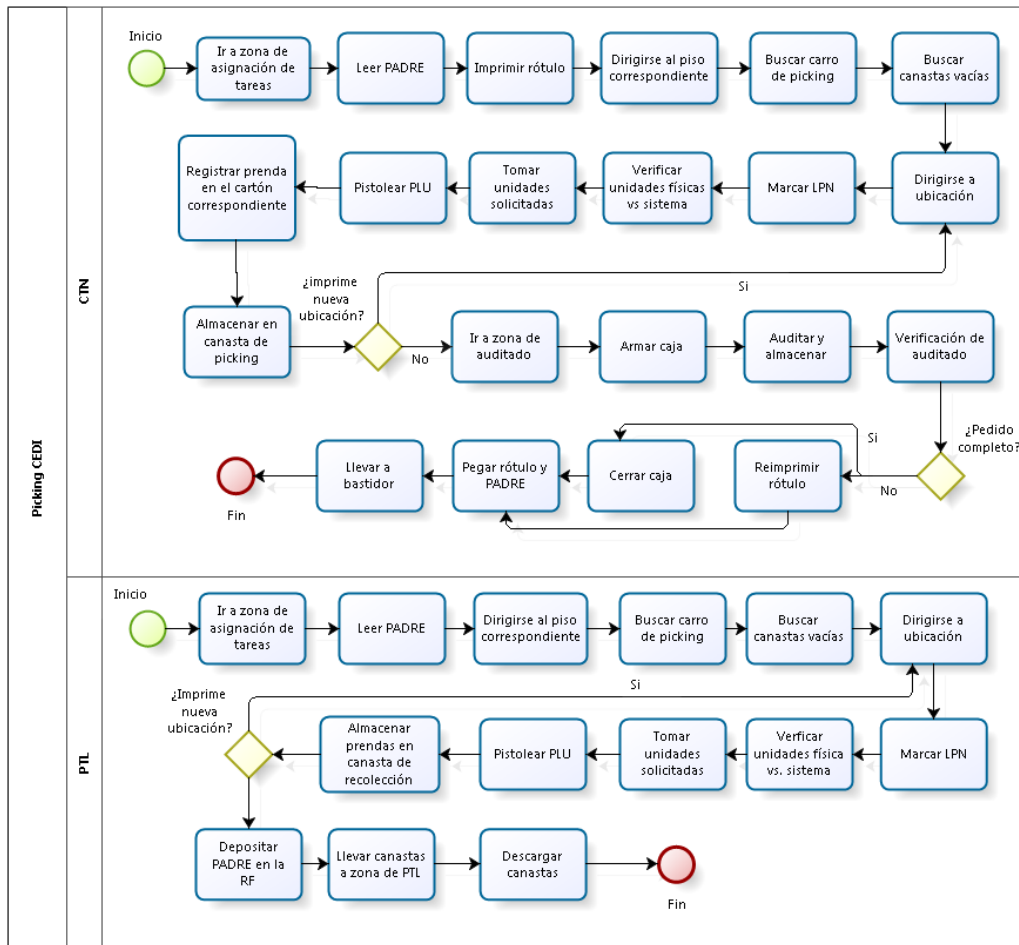
Actualmente, en el centro de distribución de Industria Mercadeo y Color S.A.S el proceso de picking se encuentra dividido en 5 estrategias, las cuales son:

- **Cartón:** En esta estrategia los colaboradores se encargan de recolección de prendas, auditado y empaque, para que de esta manera solo quede por realizar la consolidación de los diferentes paquetes y pueda ser enviado a sus destinatarios. El parámetro que se tiene en cuenta para la elección de este tipo de picking es el tamaño del pedido vs. La cantidad de clientes.

- Cartón SIO: Estos pedidos son los realizados por la Tienda Online de Modymarca, la cual también se encuentra ubicada en el centro de distribución, cuando se requiere mercancía para completar pedidos, en este tipo de estrategia el colaborar también se encarga de la recolección de prendas, el auditado y el empaque, se deja en la zona de recolección para que posteriormente sea consolidado.
- PTL: Este tipo de pedido se caracteriza por tener pocos clientes pero un gran número de cantidades del mismo producto en todas las variaciones de sus características (La misma camisa en el color azul, verde, blanco, en todas sus tallas), en este tipo de picking los colaboradores se encargan únicamente de la recolección de las prendas, después de esto las prendas son llevadas a una zona donde posteriormente son recolectadas para después ser divididas según cliente.
- PTL secuencial: Al igual que el PTL los colaboradores únicamente recolectan las prendas, y tiene como diferencia que los productos no se encuentran unificados en las ubicaciones, pero su objetivo también es buscar artículos de la misma referencia.

El departamento de planeación es el encargado de analizar los pedidos y asignarle la estrategia adecuada para cada solicitud a partir de las características descritas.

A partir de lo observado en cada proceso, se realizaron diagramas de flujo donde, detalladamente, se muestra el procedimiento de las diferentes estrategias resumidas en las dos principales: Cartón (CTN) y PTL.



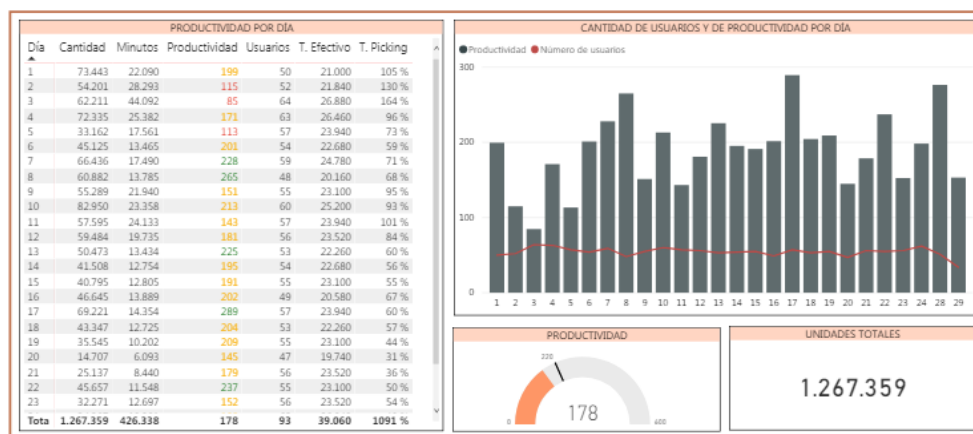
Gráfica 4: Diagrama de flujo picking. **Fuente:** Elaboración propia.

El proceso de picking en el centro de distribución actualmente ya se encuentra medido y tiene unas metas establecidas para medir la productividad de sus colaboradores. Este indicador mide el proceso por unidades recolectadas por hora, y las metas, como lo muestra la tabla 3, son:

METAS PARA PICKING	
(Unidades x hora)	
CTN	160
CTN SIO	90
PTL	700
PTL SEC	300

Tabla 4: Metas para picking en el CEDI. **Fuente:** Información CEDI.

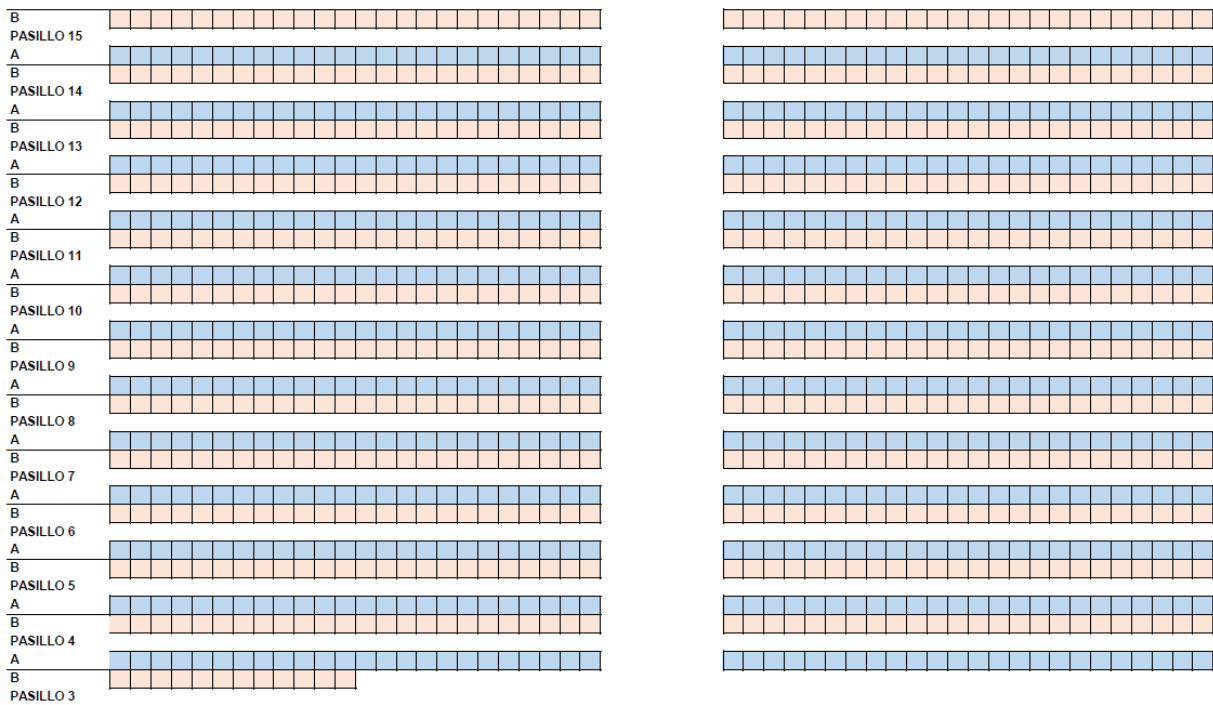
En la gráfica 5 se muestra el comportamiento que tuvo el indicador de productividad del proceso de picking por el mes de diciembre:



Gráfica 5: Indicador productividad por día. **Fuente:** Información CEDI.

3.4 Realizar mediciones necesarias para el proyecto

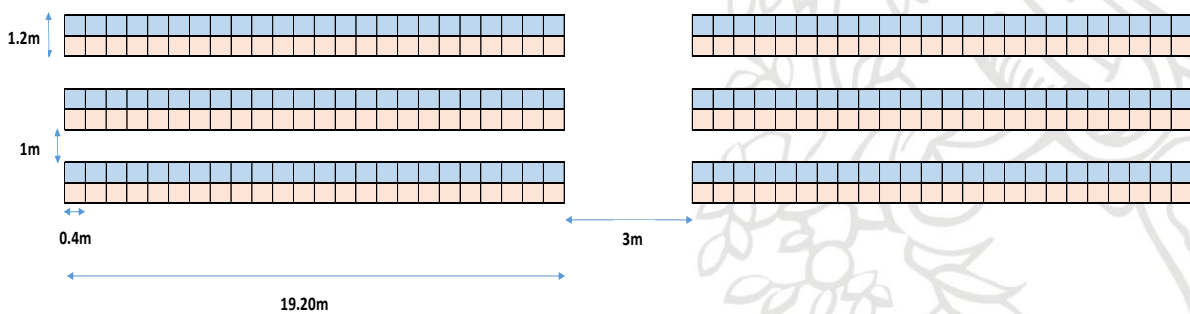
Para la implementación del indicador de eficiencia total de los equipos (OEE) se debe plantear un sistema de medición para poder obtener los parámetros que serán evaluados, y aunque el sistema WMS nos brinda muchos datos que servirán de ayuda, es necesario establecer un estándar para las diferentes categorías del proceso de picking y para el desplazamiento que se realiza, este último al ser tan variable se decidió establecerlo por metro caminado y definir todas las distancias del centro de distribución, estas se identificarán por medio de una matriz que relacione todas las posibles combinaciones de desplazamiento, que permitirá conocer los metros recorridos de un lugar a otro. A continuación, en la **gráfica 6** se muestra el Layout de la zona del centro de distribución donde se encuentra almacenado el inventario de la categoría VIGENTE de IMERCO S.A.S.



Gráfica 6: Layout IMERCO S.A.S. **Fuente:** Elaboración propia.

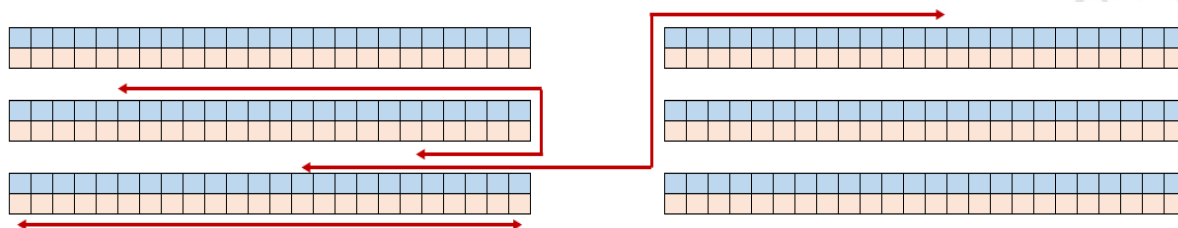
La zona de inventario vigente de IMERCO S.A.S consta de 13 pasillos que van desde el 3 hasta el 15, los pasillos constan de 96 ubicaciones en lado A y B, a excepción del pasillo 3 que solo cuenta con lado B y 22 ubicaciones, del pasillo 4 que cuenta con 85 en ambos lados y por último el pasillo 5 que el lado A solo cuenta con 85 ubicaciones.

Para la medición de las distancias se hizo uso de un metro y se basó de las distancias principales, mostradas en la gráfica 7, para así poder obtener todas las diferentes medidas entre los puntos.



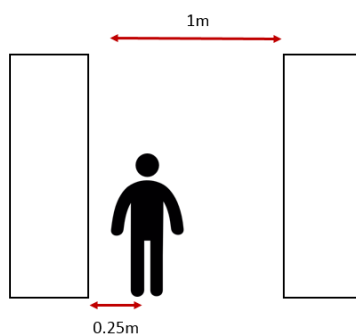
Gráfica 7: Distancias base. **Fuente:** Elaboración propia.

En la gráfica 8 se da muestra de cómo se tuvieron en cuenta los diferentes posibles desplazamientos.



Gráfica 8: Desplazamientos. **Fuente:** Elaboración propia.

Adicionalmente, como lo muestra la gráfica 9, la distancia estantería – hombre que se asumió fue de 25cm, por lo que solo se asumirá la distancia de 1m para atravesar el pasillo.



Gráfica 9: Distancia estantería - Usuario. **Fuente:** Elaboración propia.

Con la información recolectada, se tiene como objetivo armar una matriz de distancia como la mostrada en la gráfica 10, y así poder obtener todas las combinaciones posibles de distancia recorrida.

$$D = \begin{pmatrix} 0 & x_{12} & x_{13} \\ x_{21} & 0 & x_{23} \\ x_{31} & x_{32} & 0 \end{pmatrix}$$

Gráfica 10: Muestra de matriz de distancia. **Fuente:** Elaboración propia.

En el anexo 1, se da muestra del resultado de la matriz final.

3.5 Diseñar plan para la implementación del proyecto.

Luego de tener las distancias, se procede a obtener los parámetros necesarios para poder calcular el indicador del OEE, y para esto se procedió a descargar la información del WMS teniendo como variables de búsqueda el número de la ola, el Id. De lista, que sería la cantidad de tareas a realizar por ola, y el nombre de los usuarios que se encargaron de la recolección de prendas de dicho pedido, listando una a una las ubicaciones dadas por el sistema, y por medio de la **ecuación 1**, determinar la distancia recorrida en dicho pedido, de tal manera que quede la información como se muestra en la tabla 4.

$$\text{Distancia} = \text{BUSCARV}(\text{UbicaciónInicial}; \text{MatrizDistancia}; \text{COINCIDIR}(\text{UbicaciónFinal}; \text{EncabezadosMatriz}; 0); 0)$$

Ecuación 1: Ecuación para determinar distancia.

Id. de usuario de	Fecha seleccionada	Id. de lista	Ubicación de origen	Suma de Cantidad de selección	Suma de Cantidad aplicada	Distancia (m)
ALEIDAL	28/11/2020 2:25	LST000001776144	P2.09.15B	2	2	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:25	LST000001776144	P2.09.15B	3	3	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:25	LST000001776144	P2.09.15B	1	1	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:26	LST000001776144	P2.07.38B	6	6	22.4
ALEIDAL	28/11/2020 2:27	LST000001776144	P2.07.33B	3	3	2
ALEIDAL	28/11/2020 2:27	LST000001776144	P2.07.33B	3	3	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:28	LST000001776144	P2.04.81B	4	4	28.8
ALEIDAL	28/11/2020 2:28	LST000001776144	P2.04.81B	12	12	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:28	LST000001776144	P2.04.81B	6	6	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:28	LST000001776144	P2.04.81B	2	2	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:29	LST000001776144	P2.07.17B	10	10	25.8
ALEIDAL	28/11/2020 2:29	LST000001776144	P2.07.17B	13	13	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:29	LST000001776144	P2.07.17B	6	6	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:29	LST000001776144	P2.07.17B	2	2	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:29	LST000001776144	P2.05.61A	1	1	25.5
ALEIDAL	28/11/2020 2:30	LST000001776144	P2.07.44A	3	3	14.2
ALEIDAL	28/11/2020 2:30	LST000001776144	P2.07.44A	4	4	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:31	LST000001776144	P2.05.58B	2	2	12.5
ALEIDAL	28/11/2020 2:31	LST000001776144	P2.05.58B	5	5	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:31	LST000001776144	P2.05.58B	4	4	0
ALEIDAL	28/11/2020 2:31	LST000001776144	P2.05.58B	2	2	0
Total general				94	94	131.2

Tabla 5: Distancia entre ubicaciones por ola. **Fuente:** Elaboración propia.

Teniendo ya la información se procede a resumirla, por medio de una tabla dinámica donde nos brinde toda la información por Id. De lista, de la forma en que se evidencia en la tabla 5, y

adicionalmente, realizando el calculo del tiempo esperado según el estándar del proceso ya determinado.

Id. de lista	Ubicaciones	Cant. Selecc.	Cant. aplicada	Distancia (m)	FH Inicial	FH Final	T. real (min)	T. real (s)	T.esp (min)	T. esp (s)
ALEIDAL										
LST000001776128	13	163	163	233.1	28/11/2020 2:33	28/11/2020 2:44	11.00	660	9.0	540
LST000001776134	9	231	231	100.2	28/11/2020 3:09	28/11/2020 3:17	8.00	480	8.2	490
LST000001776141	8	108	108	40.6	28/11/2020 3:02	28/11/2020 3:08	6.00	360	5.0	299
LST000001776142	24	229	229	271.5	28/11/2020 2:46	28/11/2020 2:59	13.00	780	11.0	663
LST000001776143	17	145	145	153.4	28/11/2020 5:16	28/11/2020 5:25	9.00	540	7.6	454
LST000001776144	8	94	94	184.8	28/11/2020 2:25	28/11/2020 2:31	6.00	360	6.9	414
LST000001776150	6	119	119	145.3	28/11/2020 3:19	28/11/2020 3:26	7.00	420	6.7	403

Tabla 6: Parámetros establecidos. **Fuente:** Elaboración propia.

Con todos los parámetros necesarios ya recolectados se puede medir las variables que tienen en cuenta el indicador OEE. Quedará evaluado de la siguiente manera:

- $Disponibilidad = \frac{Tiempo\ real}{Tiempo\ esperado}$
- Para el caso del **rendimiento**, se deberá calcular la productividad por hora a partir de las metas ya establecidas anteriormente según la estrategia de picking que corresponda, de la siguiente manera:

$$Productividad = \frac{3600[s] * Cantidad\ seleccionada}{Tiempo\ real\ (s)}$$

Y ya con este dato, se calcula el rendimiento así:

$$Rendimiento = \frac{Productividad}{Meta\ (Estrategia)}$$

- Por último, la **calidad** corresponderá:

$$Calidad = \frac{Cantidad\ aplicada}{Cantidad\ de\ selección}$$

4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Teniendo ya, todos los parámetros necesarios para el indicador, se procede a calcularlo. Como resultado se obtendrá lo observado en la tabla 7:

Id. de lista	Disponibilidad	Productividad	Rendimiento	Calidad	OEE
ALEIDAL					
LST000001776128	78.0%	889	98.8%	100.0%	77.09%
LST000001776134	96.8%	1733	192.5%	100.0%	186.33%
LST000001776141	76.2%	1080	120.0%	100.0%	91.43%
LST000001776142	81.7%	1057	117.4%	100.0%	96.00%
LST000001776143	79.5%	967	107.4%	100.0%	85.35%
LST000001776144	108.0%	940	104.4%	100.0%	112.76%
LST000001776150	90.0%	1020	113.3%	100.0%	101.95%

Tabla 7: Resultados indicador OEE. **Fuente:** Elaboración propia.

Permitiendo así, la evaluación del proceso de picking por usuario más detalladamente, reconociendo los valores y permitiendo intervenir en el factor que lo necesite.

5 CONCLUSIONES

De lo que se pudo evidenciar en la realización del trabajo, se encuentra la identificación de los diferentes procesos que se llevan a cabo dentro del centro de distribución y a partir de la información recolectada, se reconoció una oportunidad de mejora específicamente en el proceso de picking, dicha propuesta se planteó enfocada al tema de manufactura esbelta, haciendo uso de una de las herramientas que la filosofía plantea, la cual es el indicador de OEE. Para recolectar la información necesaria para determinar los parámetros del indicador, se realizaron diferentes mediciones, tanto de distancia, como de tiempos del proceso y sus diferentes variaciones, toda la información fue almacenada y construida en Excel. Como resultado a todo esto, se puede definir un modelo que permite establecer las variables para calcular la disponibilidad, el rendimiento y la calidad, y con estas poder obtener el indicador.

Con todo esto, se puede concluir, a partir de los resultados evidenciados en la Tabla 7, que los factores de calidad y rendimiento muestran un comportamiento positivo, obteniendo el 100% o incluso más; lo que no se evidencia en el tema de disponibilidad, en el cual aunque no se obtuvieron resultados críticos podrían mejorar y de esta manera alcanzar el objetivo del indicador y llevar una calificación excelente. De esta manera, al poder medir el proceso de picking teniendo en cuenta estos factores se pueden dedicar todos los esfuerzos a aquellas falencias que impiden que el centro de distribución realice sus operaciones de manera óptima y aproveche todos los recursos que están a su disposición.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Correa, A.A., Gómez, R.A. y Cano, J.A. (2009). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Estudios Gerenciales*, 26 (117), 145-171.
- Cruelles, J.A. (2012). *La Teoría de la Medición del Despilfarro*. Artef, S.L.
- Díaz, C.E. y Cadena, J.A. (2013). Decisiones fundamentales para estudiar el proceso de alistamiento de pedidos revisión de literatura. *Gerencia Tecnológica de la información*. 12 (34), 17-28.
- Richards, G. (2011). *Warehouse Management, a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. (p. 449). Kogan Page Limited.
- Socconii, L. (2019). *Lean Manufacturing: Paso a paso*. (p. 20). Marge Books.
- Zhang, Y. (2016). Correlated Storage Assignment Strategy to reduce Travel Distance in Order Picking. *IFAC-PapersOnLine*, 49 (2), pp. 30-35. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.03.006>
- Zona Logística. (2018). *¿Qué es un centro de distribución?* Recuperado el 25 de febrero de 2020 de <https://zonalogistica.com/que-es-un-centro-de-distribucion>

