



# UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

---

CAMPUS IRAPUATO - SALAMANCA  
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS.

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS MULTIDISCIPLINARIOS

CONTROL DE INVENTARIOS MEDIANTE MÁXIMOS Y  
MÍNIMOS DE EMPAQUES PARA LÍNEAS DE  
ENSAMBLE DE LA EMPRESA KOSTAL MEXICANA SA.  
DE C.V

TESINA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIATURA EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

PRESENTA:

**MARÍA JOSEFINA BEDOLLA GUZMÁN.**

DIRECTOR:

**DR. JORGE ARMANDO LÓPEZ LEMUS**

YURIRIA, GUANAJUATO.

2023

Yuriria, Gto., a 24 de Mayo del 2023.

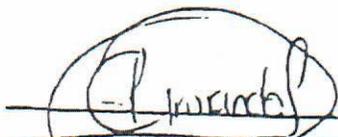
**DR. JOSÉ AMPARO ANDRADE LUCIO**  
**DIRECTOR DE LA DIVISION DE INGENIERIAS**  
**CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA**

**PRESENTE.**

Por medio de la presente, se otorga autorización para proceder a los trámites de impresión, empastado de tesis y titulación al alumno(a) María Josefina Bedolla Guzmán de Lic. Gestión Empresarial y cuyo número de NUA es 146924 del cual soy director. El título de la tesis es: CONTROL DE INVENTARIOS MEDIANTE MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE EMPAQUES PARA LÍNEAS DE ENSAMBLE DE LA EMPRESA KOSTAL MEXICANA SA. DE C.V

Hago constar que he revisado dicho trabajo y he tenido comunicación con los sinodales asignados para la revisión de la tesis, por lo que no hay impedimento alguno para fijar la fecha de examen de titulación.

**ATENTAMENTE**



DR. JORGE ARMANDO LÓPEZ LEMUS  
**DIRECTOR DE TESIS**  
**SECRETARIO**



LART. SILVIA TORRES RANGEL  
**PRESIDENTE**



M.P. JAVIER PIZANO BAEZA  
**VOCAL**

## DEDICATORIA

Silvia Guzmán y David Bedolla.

A mis padres, porque todo lo que soy se los debo a ellos, por el apoyo incondicional en todo momento, por inculcarme la importancia de estudiar, por impulsarme a seguir mis metas y nunca abandonarlas frente a la adversidad y lo necesario para poder valer por mí misma.

Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

Axel Cortes Bedolla.

A mi hijo, por ser la inspiración día con día para finalizar esta etapa, por motivarme a cumplir mis sueños, por ser paciente y entender que necesitaba salir a estudiar, por comprender y ceder tu tiempo para que mami estudie.

Como en todos mis logros, en este has estado presente, muchas gracias, hijo, te amo.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por darme la fuerza y sabiduría para terminar esta etapa académica.

Asimismo, quiero dar mi profundo agradecimiento a la Universidad de Guanajuato por brindarme los espacios necesarios, así como los apoyos brindados para poder concluir mi carrera profesional. De la misma forma, agradezco a la comunidad académica docentes y administrativos por ser parte de la universidad y todos sus esfuerzos que brindaron a tener una excelente formación académica, personal, pero sobre todo humana,

A mi tutor de proyecto de titulación, Dr. Jorge Armando López Lemus, por brindarme las asesorías y orientaciones necesarias que fueron útiles cuando no salían de mi pensamiento las ideas para escribir lo que hasta hoy he logrado.

A mis sinodales, Silvia torres Rangel y Javier Pizano Baeza, por ser mis maestros y tutores, por brindarme todo su apoyo para culminar con este proyecto.

A mi hermana, Andrea Bedolla. Por brindarme su apoyo incondicional en cada etapa y por estar cuando más lo necesito, por ayudarme con Axel, sin ti esto tampoco sería posible.

A Enrique Hernández, por brindarme su apoyo desde el primer momento que nos conocimos, por recordarme día con día, de que estoy hecha, sin su apoyo este proyecto nunca se habría escrito, por eso este trabajo también es tuyo.

A mis amigas, Estefani Chaca y Myriam Hurtado, quienes estuvieron siempre presentes, me dieron el impulso necesario para no bajar los brazos, agradezco mucho su tiempo y consejos.

A todos, mis más sinceros agradecimientos por el apoyo y la fortaleza que siempre me supieron dar.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	IX
<b>CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA DE ESTUDIO</b> .....	12
<i>Planteamiento del Problema</i> .....	12
<i>Objetivos</i> .....	14
<i>Hipótesis</i> .....	15
<b>CAPÍTULO 2. APROXIMACIÓN DEL ESTADO DEL ARTE</b> .....	16
<i>Investigaciones sobre el control de inventarios mediante máximos y mínimos</i> .....	16
<b>CAPÍTULO 3. MARCO CONTEXTUAL</b> .....	24
<i>Contextualización de la Empresa KOSTAL Mexicana S.A. de CV</i> .....	24
Filosofía empresarial. ....	26
Productos elaborados.....	28
Distribución de planta .....	29
<b>CAPÍTULO 4. MARCO TEÓRICO</b> .....	31
Control de inventarios.....	31
Desarrollo de programas de sistemas de análisis (SAP).....	32
SAP para el manejo de materiales. (MM).....	33
Manejo de materiales. ....	34
Flujo de materiales.....	37
Características del flujo de materiales. ....	37
Justo a tiempo.....	38
Los principios básicos del jit.....	40
Flujo Kanban.....	41
Características del sistema kanban.....	41
Tipos de kanban.....	42
Reglas kanban.....	43
Administración y clasificación de materiales función de almacenamiento .....	44
Función de almacenamiento.....	45
Asignación de espacios.....	47
Control de inventarios mediante máximos y mínimos .....	48

<b>CAPÍTULO 5. METODOLOGÍA.....</b>	<b>53</b>
<b>Extracción de información del sistema SAP.....</b>	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO 6. RESULTADOS.....</b>	<b>78</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>99</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>102</b>

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Principales Clientes KOSTAL Mexicana S.A. De CV. ....	28
Ilustración 2 Productos Elaborados KOSTAL Mexicana S.A. De C.V. ....	29
Ilustración 3 Distribución De La Planta KOSTAL Mexicana S.A. De CV. ....	29
Ilustración 4 Estado anterior del almacén de empaque. ....	55
Ilustración 5 Estado anterior del acomodo de materiales. ....	56
Ilustración 6 Excedente de material ....	79
Ilustración 7 Excedente de materiales ....	80
Ilustración 8 Material sobrante (Rejillas). ....	81
Ilustración 9 Material sobrante ( polifoam y bolsas).....	82
Ilustración 10 El antes del Lay Out (estructura y diseño) del amacen. ....	84
Ilustración 11 Rediseño del Lay Out (estructura y diseño) del amacen de empaque.....	84
Ilustración 12 Material sin ubicacion. ....	86
Ilustración 13 Reacomodo del material de empaque(blister y contenedores) ....	87
Ilustración 14 Antes, rack (Elemento de almacenaje) de las rejillas. ....	88
Ilustración 15 Nuevo rack (Elemento de almacenaje) de las rejillas. ....	89
Ilustración 16 Anaquel de la bolsa ....	90
Ilustración 17 Rack (elemento de almacenaje).....	91
Ilustración 18 Rack etiquetado (rejillas). ....	92
Ilustración 19 Rack (elemento de almacenaje) de rejillas.....	94
Ilustración 20 Centro de información ....	95
Ilustración 21 Capacitacion a empleados. ....	98

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Lay Out del almacén de empaque.....	57
Figura 2 Requerimientos de empaque (SAP).....	59
Figura 3 Base de datos BOM.....	63
Figura 4 HME (hoja de método de empaque).....	65
Figura 5 Información de proveedores.....	67
Figura 6 Cálculos máximos y mínimos.....	70
Figura 7 Calculadora de requerimiento de empaque.....	72
Figura 8 Tabla dinámica de la base de datos (BOM).....	73
Figura 9 Asignación de ubicaciones en rack (Elemento de almacenaje).....	74
Figura 10 Lay Out (estructura y diseño) del empaque de las rejillas.....	75
Figura 11 Lay Out (estructura y diseño) de los separadores, tapas, burbuja y polifoam.....	76
Figura 12 Lay Out (estructura y diseño) de las cajas.....	76
Figura 13 Diseño de etiquetas para el almacén de empaque.....	77
Figura 14 Ubicaciones de los racks (elementon de almacenaje).....	93
Figura 15 Calculadora del almacen de empaque.....	96

## INTRODUCCIÓN

Uno de los principales factores que el sector empresarial se ve afectado en su productividad radica específicamente en el manejo inadecuado o poco control del almacén debido a que no clasifican el inventario para los tipos de stock (Lukinskiy, Lukinskiy, & Sokolov, 2020). En base al poco control de los materiales que cuenta el almacén surgen diferentes tipos de problemas, por un lado, el paro de las líneas de producción debido a la falta de materiales que requieren para producir algún producto recayendo en grandes pérdidas económicas y por otro lado el abastecimiento de materiales que ya no pueden ser empleados o distribuidos y generando espacio en donde se satura de material evitando tener un orden adecuado que contribuya a mejorar los tiempos, movimientos y control de los materiales que cuenta la organización a través de su almacén generando altos costos.

De acuerdo con el análisis de la literatura (Johansen, 2020; Shamsuddoha, 2015), una de las principales estrategias referentes con el control de inventarios refiere los tipos stock como máximos y mínimos, mismos que facilitan la optimización y control de los niveles de materiales existentes en la organización. En base a lo anterior, se desarrolló el presente trabajo con la finalidad de establecer estrategias que permitan controlar el inventario de la empresa KOSTAL Mexicana SA. de CV.

El principal objetivo principal del presente trabajo de investigación radica en proponer un control del inventario de empaques mediante el método de máximos y mínimos para el cumplimiento de necesidades en las líneas de producción, así mismo, reducir el stock de almacén con la finalidad de optimizar la movilidad de los empaques evitando futuros paros de línea.

La distribución del presente trabajo de investigación está conformada en seis capítulos, mismos que se detallan a continuación:

En el capítulo 1, se presenta el planteamiento del problema, donde se presenta la justificación del proyecto de estudio, así como los objetivos e hipótesis, para llevar a cabo el control de inventario mediante máximos y mínimos.

En el capítulo 2, se presenta el estado del arte, donde se presenta una relación de las investigaciones realizadas sobre el control de inventario mediante máximos y mínimos.

En el capítulo 3, se especifica el marco contextual de la empresa KOSTAL Mexicana SA de CV. De la misma forma se hace énfasis sobre su filosofía, así como los productos que elabora y la distribución de la planta ubicada en el estado de Guanajuato.

En el capítulo 4, se definen conceptos relacionados con el control de inventario mediante máximos y mínimos, así como los enfoques y modelos más destacados sobre los máximos y mínimos.

En el capítulo 5 se hace referencia a la metodología utilizada en el presente trabajo de investigación, en este capítulo se describen las características generales de la investigación, así como los participantes y las herramientas empleadas para medir cada una de las variables seleccionadas como también el procedimiento en que se desarrolló la recolección de datos.

En el capítulo 6, se presentan los resultados obtenidos a través del, control de inventario mediante máximos y mínimos. así como el análisis de las hipótesis establecidas para la presente investigación.

Asimismo, se muestra un capítulo referente a la discusión sobre los hallazgos encontrados, en donde se exponen las variables. en este sentido, sobre el control de inventario mediante máximos y mínimo

## CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA DE ESTUDIO

### *Planteamiento del Problema*

Uno de los principales problemas que enfrenta las Pymes sector industrial radica en los problemas de control del inventario debido a que es muy frecuente que las discrepancias en los registros así como los conteos físicos son causados específicamente por la falta de rendición de cuentas basadas en la ubicación de los materiales, la falta de una estandarización de lista de los nombres de los materiales o también conocidos como nomenclaturas así como las políticas o procesos no estandarizados como también por la falta de capacitación y sistemas de control y medición del desempeño (Harrington, Lambert, & Vance, 1990).

En este sentido, el control de inventario físico representa una de las principales estrategias que son empleadas en las Pymes con la finalidad de proporcionar información necesaria sobre el nivel de precisión de los registros de materiales que se encuentran activos o vivos con el objetivo de tener control sobre aquellos materiales que son importante en la producción de la industria (Johansen, 2020; Shamsuddoha, 2015)

En base a ello, es sumamente importante tener información referente al stock (Johansen, 2020) máximo y mínimo que debe tener el inventario. Es decir, es de suma importancia que la pyme industrial tenga un control de sus inventarios (Selçuk, 2013) debido a que por un lado, puede excederse de materiales que no necesita generado a la empresa pagar costos innecesarios y por otro lado puede

dejar de tener aquellos que requiere la producción y al no contar con el material necesario, la industria puede verse en problemas de paros por falta de materia necesario para su producción afectando en este sentido el rendimiento de la empresa (Chen & Monahan, 2010; Harrington, Lambert, & Vance, 1990).

En base a la problemática señalada, la finalidad de la presente investigación radica esencialmente en tener un registro de inventario que sean precisos que resulten ser un inventario con un control máximo y mínimo de cada uno de los materiales que maneja la Pyme y que esta estrategia, sea una base primordial que genere un programa de previsión, pedido, seguimiento, así como la evaluación de proveedores y, sobre todo administrar las existencias muertas o de baja demanda (Lukinskiy, Lukinskiy, & Sokolov, 2020) mediante un control de inventarios a través de máximos y mínimos.

La realización de este proyecto es necesario para el control del inventario de material de empaque dentro de una empresa KOSTAL Mexicana Sa. de CV. Debido a que actualmente existe el control de inventario a través de máximos y mínimos dentro del almacén, pero no son funcionales lo que provoca sobre inventarios y paros de línea debido a desabastos de algunos materiales (Chen & Monahan, 2010; Harrington, Lambert, & Vance, 1990)

Hasta el momento la empresa no cuenta con documentación de layout del almacén de empaque lo que provoca una mala organización de los materiales en las ubicaciones debido a que los materiales no cuentan con una ubicación propia (Harrington, Lambert, & Vance, 1990) encontrándose mezclados o desorganizados.

En base a lo anterior, se contribuye al control de inventarios mediante la creación de una base de datos la cual contiene la lista de materiales requeridos dependiendo la línea, el cliente y las versiones. En este sentido, se controlará mediante un formato que realizará el cálculo de máximos y mínimos basado en la demanda, lo que contribuirá a la solicitud de las cantidades optimas de empaque a proveedor evitando desabastos dentro de las líneas de ensamble o sobre inventario en almacén.

### *Objetivos*

#### **Objetivo General**

El principal objetivo del presente estudio radica en proponer un control del inventario de empaques mediante el método de máximos y mínimos para el cumplimiento de necesidades en las líneas de producción, así mismo, reducir el stock de almacén con la finalidad de optimizar la movilidad de los empaques evitando futuros paros de línea.

#### **Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual del inventario de empaque.
- Realizar una base de datos que contenga la lista de materiales (BOM) de los diferentes empaques y componentes vigentes.

- Controlar los máximos y mínimos de empaque para la disminución de los paros de línea generados por falta de empaque.
- Crear una calculadora de requerimiento y consulta de empaques.
- Diseñar los *Lay Out* del almacén de empaque para la determinación de ubicaciones.
- Ubicaciones para el reacomodo de materiales en los racks del almacén.
- Analizar los resultados obtenidos mediante la implementación del inventario

### *Hipótesis*

H1: El control de máximos y mínimos mejorará el control de inventarios de empaques de la empresa KOSTAL MEXICANA S.A DE C.V.

H2: El control de máximos y mínimos por la máster calculada se tendrá un mejor control de los inventarios de la empresa KOSTAL MEXICANA S.A DE C.V.

## CAPÍTULO 2. APROXIMACIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

### *Investigaciones sobre el control de inventarios mediante máximos y mínimos*

De acuerdo con los estudios realizados por Díaz, Fuentes y Lovo (2019) analizan la evaluación de inventarios máximos y mínimos en cadenas de suministros multinivel. La investigación se realiza con base en la metodología de estudio de caso en una empresa de distribución farmacéutica. Para ello, utiliza el producto con mayor nivel de ventas de la empresa para evaluar la política de inventarios. En este estudio los inventarios son evaluada mediante los indicadores de nivel de servicio y rotación de inventarios. Una solución derivada de la teoría es comparada con soluciones óptimas o cercanas a la óptima. Los métodos de optimización incluyen, pero no están limitados a, algoritmos de búsqueda tabú y búsqueda dispersa. De acuerdo con los resultados experimentales derivados de las simulaciones de inventarios demuestran que la solución derivada de la teoría garantiza un alto nivel de servicio, pero presenta oportunidades de mejora en términos de la rotación de inventarios (Chamorro, Díaz, Fuentes, & Lovo, 2019).

Por otro lado, Zúñiga y Icker (2019), en sus estudios se divide principalmente, en cuarto capítulos, que cumplen y se describen las características del departamento de mantenimiento, entre ellas, su estructura organizacional y sus responsabilidades, trata acerca del proyecto administrativo realizado en la bodega de repuestos del Departamento de Mantenimiento, en el cual se hicieron una

organización general de ella y el cálculo de los máximos y mínimos de los repuestos y suministros. Se detallan los pasos por seguir para realizar un buena codificación, ubicación y distribución de los estantes, los tipos de documentación necesaria para el buen manejo de la bodega y la forma de calcular los máximos y mínimos de los repuestos, Se incluyen los respectivos diagramas de flujos elaborados para realizar la programación del PLC, así como la descripción de todos los equipos por utilizar y su respectivo estudio económico (Zúñiga & Icker, 2019).

En cambio, Vigo (2019) determina que el sistema de control interno del almacén y la gestión de inventarios de la constructora PAROBA S.A.C, el objetivo de su investigación se enfocó en determinar el efecto del sistema de control interno del almacén en la gestión de inventarios máximos y mínimos de la constructora PAROBA S.A.C. de la ciudad de Trujillo en el año 2018, el diseño de investigación utilizado fue el No Experimental - descriptivo, empleando como instrumentos: Entrevistas y Cuestionarios elaborado por el autor, los cuales están basados en la teoría de Estupiñán y Rodríguez (2018); la población estuvo conformada por toda la documentación de las operaciones del área de almacén de la empresa PAROBA S.A.C del año 2018.

Dentro de la conclusión principal de los estudios de Vigo (2019) se determinó que el Sistema de Control Interno del almacén tiene un efecto positivo en la operatividad del almacén el cual mejorará la gestión de los inventarios de la

constructora PAROBA S.A.C. minimizando pérdidas, desmedros por deterioro y vencimiento de materiales; así como evitar sobrecostos generados por desabastecimiento de materiales. Al no contar con stock mínimos y máximos de materiales, se determinaron sobrecostos en relación con un presupuesto de obra de alcantarillado por compras urgentes de 615 unidades con un sobrecosto total de S/. 963.10 durante el año 2018 (Vigo Fiestas, 2019).

Así como, Navarrete (2019) plantea que el proyecto de investigación tiene como objetivo proponer un modelo de gestión de inventario para la empresa ALMADULCE C. LTDA. ubicada en la ciudad de Guayaquil provincia de Guayas. El proyecto fue realizado mediante la investigación de campo, descriptiva y documental ya que se analizaron los procesos actuales que mantiene la empresa y se observa que no tiene información en tiempo real por procesos manuales y repetitivos que se dan, no tienen establecidos niveles de stock máximos y mínimos de los inventarios para realizar la compra y se basan en la experiencia del personal que labora en la empresa, y finalmente la empresa cuenta con un software que no está en uso por desconocimiento de los usuarios. Se estableció el método para clasificar los inventarios según su porcentaje de participación e importancia y se establecen los niveles óptimos de inventarios que la empresa deberá mantener en stock para atender la demanda sin afectar los costos. Con esta información se dará parámetro para la implementación del software que establecer procesos automatizados que ayudaran a tener información inmediata y segura. (Navarrete, 2019).

Sin embargo, Moreno (2021) en su proyecto de investigación desarrollada en una empresa dedicada a la venta y distribución de productos, equipos y accesorios de limpieza, con presencia a nivel nacional con instalaciones en Hermosillo, Obregón, Mexicali y Querétaro; además de contar con planes de expansión a nuevas regiones en los próximos años. Para cumplir con los objetivos planteados, en primera instancia se realizó una investigación bibliográfica sobre diversos sistemas de gestión de almacenes, y administración de inventario, así como temas que están relacionados con el control de almacenes para así determinar una solución a las problemáticas de la empresa en estudio. La metodología también incluyó la clasificación de productos, el control con máximos y mínimos, y finalmente permitió obtener una mejora en la coordinación de las actividades del almacén de la empresa en estudio. (Moreno & Félix, 2021).

No obstante, Sanches (2020), en su proyecto de investigación menciona que los inventarios pertenecen a uno de los activos más importantes para las compañías manufactureras y son de gran importancia para estas puesto que, deben mantener existencias llamadas “Stocks” en las materias primas, los insumos y los repuestos con el fin de atender la demanda que sus procesos generan. Para ello, es importante incluir en primer lugar, un sistema de control de inventarios para evitar desabastecimientos y demoras que puedan afectar el proceso productivo como la entrega de productos finales a los respectivos clientes. En segundo lugar,

un sistema de inventarios de máximos y mínimos que permiten mantener un abastecimiento constante y controlando de las compras que se deben realizar en un periodo de tiempo determinado. Dicho lo anterior, para la elaboración de este informe se realizó un trabajo previo de clasificación y parametrización de los inventarios pertenecientes a máximos y mínimos. Por último, y dado que el objetivo es diseñar un sistema de seguimiento de control en máximos y mínimos para el inventario del Almacén de la compañía Decowraps-Geopak. (Ardila, 2020).

De igual forma, Asana, Radhitya, Widiartha, Santika, Wiguna, (2020), en su proyecto de investigación mencionan que su objetivo es encontrar el punto de reorden basado en bienes clasificación y stock seguro. El problema para determinar el punto de reorden es la indisponibilidad de la referencia de valores seguros. La falta de información de existencias seguras desencadenó el pedido error de mercancías. Este error provoca exceso de existencias. Puede aumentar el potencial de los productos vencidos. En este estudio el investigador clasifica los bienes y determina la cantidad de stock seguro para controlar el inventario. Utilizamos el método de análisis ABC para la clasificación de mercancías. Divide el grupo de bienes en A, B, C y D. La cantidad de existencias seguras se determina en función del historial de ventas de bienes utilizando el método de análisis máximos y mínimos. El resultado de la clasificación se utiliza para determinar los límites del inventario de artículos permitidos para ser ordenados. La cantidad de stock de seguridad de limitación se refiere a los límites del resultado del método máximos y mínimos. Si bien, las pruebas se realizan comparando el costo antes y después

implementación de este método. (Asana, Radhitya, Widiartha, Santika, & Wiguna, 2020).

De manera que, Parrales y Bustos (2022) en el proyecto de investigación desarrollado por los autores, partieron del objetivo aplicar el modelo de mínimos y máximos como herramienta para la gestión y administración de inventarios en la empresa "Muebles Chabelita", que se dedica a la compra y venta de productos elaborados en madera y otros en el cantón Quinindé. Se analizaron los problemas de la empresa y se aplicó el modelo a través de un ejemplo haciendo uso de la línea de productos de colchones alta gama como la más importante. Finalmente, se propusieron indicadores de gestión para evaluar la efectividad de dicho modelo. Se desarrolló bajo un enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo), un diseño no experimental y un tipo de investigación descriptiva, donde se aplicó una entrevista al propietario y encuestas a los colaboradores. Los resultados muestran que la sobreoferta de productos es una de las causas del mal funcionamiento interno, ya que se realizan compras de productos que están disponibles en el almacén, así como la escasez de otros productos que no suelen salir fácilmente. La empresa debe seguir aplicando el modelo mínimo y máximo a todas las líneas de productos, ya que es el que mejor se adapta a la situación actual de la empresa (Parrales & Bustos, 2022).

Finalmente, Lu (2019), en sus estudios consideró un modelo de inventario mediante máximos y mínimos integrando múltiples compradores de un proveedor.

El vendedor busca minimizar su costo anual total sujeto a los costos máximos en los que los compradores están dispuestos a incurrir. Para implementar este modelo, el proveedor solo necesita conocer la demanda anual del comprador y la frecuencia de pedidos anteriores, lo que se puede inferir del comportamiento de pedidos anterior del comprador. Se encontró la solución óptima para el caso de un vendedor y un comprador, y se presentó un enfoque heurístico para el caso de un vendedor y múltiples compradores, mediante el método de máximos y mínimos. (Lu, 2019).

Por último, Rinco (2020), en su trabajo de investigación menciona que este trabajo tiene como objetivo presentar una aplicación práctica para reducir los niveles de inventario mediante el uso de la herramienta máximo y mínimo, disponible para la gestión de inventario. Mediante el uso racional de esta herramienta, el departamento puede dejar de realizar actividades triviales, ganando nuevas responsabilidades estratégicas y marcando el inicio de una función estratégica. En busca del resultado se desarrolló un estudio cualitativo, realizado por el método de estudio de caso por tratarse de un estudio de la gestión de inventarios en una empresa específica de manera amplia y detallada. Este tipo de estudio tiene como objetivo traer la comprensión de una dificultad experimentada por la empresa. A través del estudio se definió el lote económico de compra y el punto de reabastecimiento de envases (Grupo A, B y C) de demanda dependiente. Se definieron algunos parámetros que definen cuánto y cuándo ordenar, stock mínimo y de seguridad, número de pedidos por año y el punto de reabastecimiento de paquetes. (Rinco, 2020).



### **CAPÍTULO 3. MARCO CONTEXTUAL**

*Contextualización de la Empresa KOSTAL Mexicana S.A. de CV.*

KOSTAL Group fue fundada en el año de 1912 por Leopold KOSTAL en Lüdenscheid Alemania. Inicialmente era conformada por una plantilla de 8 personas, con las cuales se comenzaron a producir conectores e interruptores de uso industrial y doméstico. En 1926, Leopold KOSTAL tomó la decisión de comenzar a fabricar productos para la industria automotriz mediante el desarrollo del primer indicador de dirección. Para el año 1927 se construye el primer edificio nuevo de KOSTAL en Wiesenstraße en Lüdenscheid. El número de empleados aumenta a 120.

El año de 1935 en Lüdenscheid, Kurt, el hijo de Leopold KOSTAL , se une a la empresa y toman la decisión conjunta de concentrarse en el desarrollo y la fabricación de productos para la industria del automóvil.

La industria automotriz también experimenta un auge masivo en Alemania como resultado del “Wirtschaftswunder” (milagro económico). De 1954 a 1958 KOSTAL desarrolla y lanza el primer panel de interruptores patentado en el mercado europeo, así mismo logran patentar el faro atenuado.

Para el año 1973 a pesar de la crisis del petróleo, el asunto Watergate y la Guerra de Vietnam, Helmut KOSTAL tomó la decisión de fundar la primera planta de KOSTAL en el extranjero en México para permitir que la empresa creciera internacionalmente. En 1994 KOSTAL presenta a la industria automotriz el primer sensor de lluvia disponible comercialmente.

Ya para el año 2007 KOSTAL obtiene la patente de la cámara frontal para sistemas de asistencia al conductor. Por lo tanto, KOSTAL se convierte en un pionero en el desarrollo de sistemas de asistencia al conductor y conducción autónoma, demostrando una vez más su destreza innovadora.

La internacionalización de KOSTAL se logra en el año 2008 después de fundar su primera planta de producción en el extranjero en México. KOSTAL ahora tiene instalaciones en 21 países en 4 continentes con empleados de 50 países de origen que hablan 45 idiomas y, por lo tanto, ha establecido una presencia global para sus clientes como líder del mercado mundial.

KOSTAL Group, es una empresa global de origen alemana perteneciente al sector automotriz desde hace más de 100 años, dedicada a la producción de módulos mecatrónicos, unidades de control electrónico y paneles de interruptores.

KOSTAL Mexicana S.A de CV. (KOMEX II) se encuentra ubicada en la ciudad de Acámbaro Guanajuato en la carretera Acámbaro – Jerécuaro Km1, colonia Loma Bonita No. 19 con código postal 38610

Filosofía empresarial.

Misión de la Empresa

KOSTAL mexicana es una empresa establecida para generar beneficios económicos, financiar su propio crecimiento y dar oportunidad de desarrollo profesional y humano a todo su personal, a través de ejercer un liderazgo tecnológico en la fabricación y desarrollo de productos automotrices para el mercado NAFTA.

Visión de la Empresa

KOSTAL mexicana es una empresa líder en la fabricación de productos y sistemas electrónicos, electromecánicos y mecatrónicos, mundialmente reconocida por su alta calidad y atención al cliente y por los resultados logrados con la excelencia de todo su personal comprometido con la mejora continua.

## Valores de la empresa

Innovación a la introducción de nuevos productos y métodos de trabajo, Orientación a resultados enfocados y direccionados para alcanzar la meta, trabajo en equipo, compromiso con lo que se dice y se hace.

Para KOSTAL, es de suma importancia mantener relación con las marcas líderes en el sector automotriz dentro del mercado mundial, con ello se posiciona como una de las empresas más confiables con altos estándares de calidad para la producción de partes automotrices.

Algunos de los principales clientes con los que cuenta KOSTAL cámbaro son,

Ford, Volkswagen, Mercedes Benz, General Motors, Chrysler, Maserati Audi y KIA. Véase Ilustración 1.



Ilustración 1 Principales Clientes KOSTAL Mexicana S.A. De CV.

Fuente: Elaboración propia

### *Productos elaborados*

En KOSTAL planta Acámbaro se producen más de 1300 números de parte (componentes) para diversas marcas, dichos componente se conforman por switches (interruptores), paneles de switches, y otros componentes inyectados en plástico. Véase ilustración 2. Actualmente, esta planta produce 2,000 millones de switches al mes. Solamente en 2021 el rate de producción fue de 53 piezas cada 60 segundos casi una pieza cada segundo.

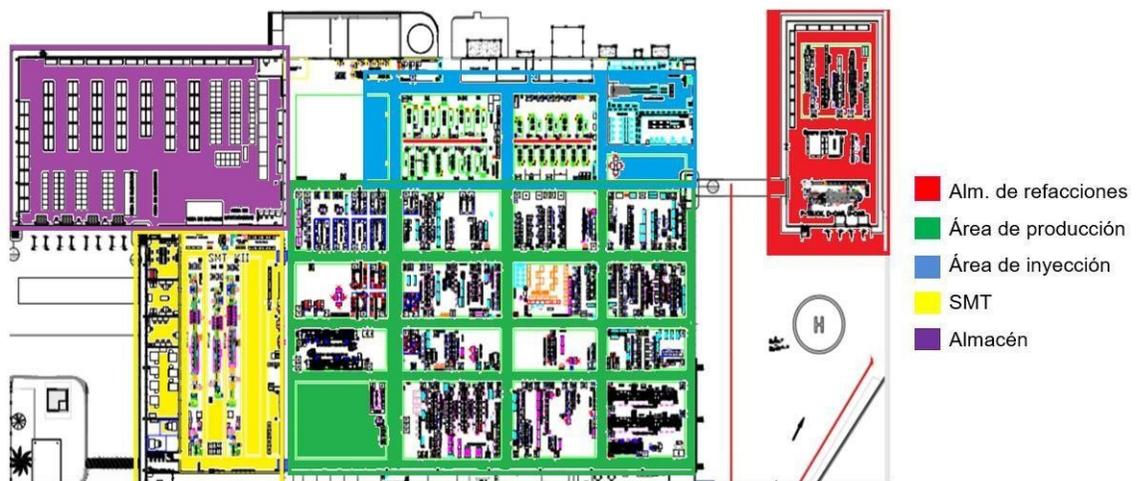


## Ilustración 2 Productos Elaborados KOSTAL Mexicana S.A. De C.V.

Fuente: Elaboración propia

### *Distribución de planta*

El área productiva dentro de KOSTAL (KOMEX II), está dividida por 5 áreas las cuales desarrollan actividades diferentes. Véase ilustración 3.



## Ilustración 3 Distribución De La Planta KOSTAL Mexicana S.A. De CV.

Fuente extraída de: KOSTAL Acámbaro,

El área morada pertenece al almacén en el cual se encarga del almacenamiento de materiales, el surtimiento a líneas de producción y todo el tema de distribución ya sea de producto terminado (PT) a cliente o el intercambio de materiales entre las demás plantas (KI, KIII y RYDER).

El área amarilla es el área de SMT en la cual se fabrican los componentes electrónicos como paneles y PCB. Producción está representada en color verde la cual es el área de ensamble final y empaquetado. El área azul corresponde al área de inyección, donde se inyecta el plástico para la creación de componentes. Y por último el área color rojo corresponde al área de refacciones, donde se producen piezas que no cuentan con una demanda alto o de versiones pasadas.

## CAPÍTULO 4. MARCO TEÓRICO

### Control de inventarios

Según Serna, Aristizabal y Leidy (2019), comenta que los inventarios son bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización. Los inventarios comprenden, además de las materias primas, productos en proceso, productos terminados o mercancías, materiales, repuestos y accesorios para ser consumidos en la producción de bienes fabricados, empaques, envases e inventarios, Para poder manejar un inventario se debe tomar en cuenta el movimiento de un producto, las causas 14 externas e internas de la empresa, los históricos de ventas, para que de esta manera se pueda tener un stock mínimo que no aumente costos de almacenamiento, y tener un balance entre la atención al cliente y los activos de una empresa.

Todos los sistemas de inventarios incorporan un sistema de control para hacer frente a dos problemas importantes: (Serna, González, & Aristizabal, 2019)

1. Mantener un control adecuado sobre el elemento del inventario.

2. Hay que asegurar que se mantengan unos registros adecuados de los tipos de materiales existentes y de sus cantidades.

#### Desarrollo de programas de sistemas de análisis (SAP)

En KOSTAL mexicana SA. DE CV. Para hacer este proyecto utilice SAP de consulta para hacer la base de datos, es por lo que se menciona este apartado, ya que es un software que se utiliza para recopilar información y elaborar este proyecto. Debe señalarse que SAP ayuda a empresas y organizaciones de todos los tamaños e industrias a gestionar sus negocios de manera rentable, a adaptarse continuamente y a crecer de manera sostenible, debe señalarse que en SAP se desarrollan soluciones de software usadas por pequeñas empresas, compañías medianas y grandes corporaciones, Con aplicaciones estándar, soluciones por industria, plataformas y tecnologías, todos los procesos de negocio pueden mapearse y diseñarse.

El software recopila y procesa datos en una única plataforma, desde la compra de materias primas hasta la producción y la satisfacción del cliente Al centralizar la gestión de datos, el software de SAP brinda múltiples funciones de negocio con una única visión de la verdad. Esto ayuda a las empresas a gestionar mejor los procesos de negocio complejos dándoles a los empleados de diferentes departamentos un acceso fácil a información en tiempo real en toda la empresa.

CITAR

SAP para el manejo de materiales. (MM).

De este modo, Vásquez (2019), el software cuenta con una serie de aplicaciones que son conocidas como “módulos”, Cada módulo se conoce por las funciones que realiza, es por eso que cuando se usa el término SAP MM se refiere a un módulo de este programa, La definición de “MM” en inglés es “Materials Management”, que traducido al español sería “Gestión de Materiales” (Vásquez, 2019), Este módulo del SAP abarca una de las áreas más importantes de una compañía: el control de materiales.

Una empresa necesita saber con qué inventario cuenta, qué costos representan y cuánto beneficio puede obtener con estos. Ese es el objetivo del módulo, establecer una relación completa desde la necesidad de un material hasta la adquisición y gestión de pago. Actúa como una columna fundamental en el área de logística. Cuando el campo de producción necesita materiales para el proceso, el módulo permite enviar una notificación para confirmar el inventario. En caso de no tenerse el material, se activa la solicitud hacia el área de compras. Allí se establecen las condiciones para colocar una orden de compras y finaliza con el traslado a Finanzas para su pago.

El SAP MM favorece mucho la buena planificación en cualquier proyecto.

Como los materiales son uno de los principales factores influyentes en las actividades, aquí se pueden controlar. Mediante algunas transacciones se establece la planificación del trabajo a realizar y los materiales que se necesitan. Esta transacción aprobada envía una notificación al stock de almacén y establece el apartado de los materiales. Eso permite aliviar la inquietud de no tenerlos a tiempo. (H., 2020).

Empaque

Manejo de materiales.

Para la asociación del manejo de materiales (MHI) consiste en el suministro, mediante el uso del método correcto, de la cantidad exacta del material adecuado, en el lugar indicado, en el momento preciso, en la secuencia indicada en las mejores condiciones y al mínimo costo posible.

Por su parte, Freivalds y Niebel (2009), mencionan que el manejo de materiales incluye restricciones de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio (Freivalds & Niebel, 2009)

- En primer lugar, el manejo de materiales debe garantizar que las partes, materia prima, materiales en proceso, productos terminados y materiales sean desplazados periódicamente de un lugar a otro.
- En segundo, puesto que cada operación requiere de materiales y productos en un momento determinado, debe garantizar que ningún proceso de producción o individuo sea entorpecido por el arribo temprano o tardío de materiales.
- En tercero, el manejo de materiales debe garantizar que éstos sean entregados en el lugar correcto.
- En cuarto lugar, se debe asegurar que los materiales sean entregados en el lugar adecuado sin que hayan sufrido daños y en la cantidad correcta.
- Por último, se debe tener en cuenta el espacio para el almacenaje tanto temporal como permanente. Un estudio realizado por el Instituto de Manejo de Materiales reveló que entre 30 y 85% del costo de introducir un producto al mercado está asociado con el manejo de materiales. De manera axiomática, la parte mejor manejada es la que menos se manejó de manera manual. Ya sea que las distancias de los desplazamientos sean grandes o pequeñas, los movimientos deberán ser analizados con mucho detalle.

En todo caso, AZUA (2020), menciona que los cinco puntos siguientes deben tomarse en cuenta para reducir el tiempo empleado en el manejo de materiales (AZÚA, 2020)

- 1) Reducir el tiempo invertido en recoger los materiales;
- 2) Utilizar equipo mecanizado o automático;
- 3) Hacer un mejor uso de las instalaciones existentes para el manejo de materiales;
- 4) Manejar el material con más cuidado;
- 5) Considerar la aplicación del código de barras en los inventarios y aplicaciones relacionadas. Un buen ejemplo de la aplicación de estos cinco puntos es la evolución del almacenamiento: el antiguo centro de almacenamiento se ha convertido en un centro automático de distribución.

En la actualidad, la bodega automatizada utiliza un control computarizado para administrar el movimiento de materiales, así como el flujo de información a través del procesamiento, Bodega automatizada, la recepción, el transporte, el almacenamiento, la recuperación y el control de inventarios se realizan como una función integral. (Freivalds & Niebel, 2009)

Flujo de materiales.

Por lo tanto, Rubí (2020), menciona que el análisis del flujo de materiales es un inventario sistemático de la forma en que un elemento químico, compuesto o material está transitando a través de su ciclo de vida natural o económico. Usualmente el análisis del flujo de materiales está basado en los principios de balance físico (Rubí, 2020)

- Recursos materiales: son materias primas, materiales básicos y auxiliares, productos semiacabados, componentes, combustible, piezas de repuesto, residuos de producción, envases y embalajes.
- Producción no terminada: son los productos no terminados con el resto de la producción dentro de los límites dados por la empresa.
- Productos terminados: son aquellos productos que han pasado completamente el ciclo de producción en una empresa determinada, han sido totalmente completados, han pasado el control técnico y se han entregado en el almacén o se han enviado al consumidor (revendedor).

Características del flujo de materiales.

Antes que nada, Ceupe (2020), menciona, Cada flujo de material corresponde a información y flujos financieros. El flujo de material se caracteriza por los siguientes parámetros (Ceupe, 2020)

- Nomenclatura, surtido y calidad de los productos.
- Dimensiones totales (volumen, área, dimensiones lineales).
- Características de peso (peso total, peso bruto, peso neto).
- Características físicas y químicas de la carga.
- Características de los envases (embalaje).

#### Justo a tiempo

Según Contreras y Cota (2007) el Justo a tiempo (Jit) significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta. Todo lo demás es desperdicio (muda). JIT es un conjunto de principios, herramientas y técnicas que permiten a la compañía producir y entregar los productos en pequeñas cantidades, con tiempos de entrega cortos, para satisfacer las necesidades del cliente, es simplemente entregar los artículos correctos en el tiempo indicado en las cantidades requeridas.

Toyota introdujo el JIT en los años cincuenta en respuesta a problemas que estaban enfrentando, algunos de los cuales son (NORIEGA, 2020) :

- Mercados que demandaban muchos productos en bajos volúmenes.
- Competencia difícil.
- Cambios rápidos en la tecnología
- Alto costo del capital.
- Precios bajos o fijos.
- Trabajadores capaces que demandan niveles más altos de involucramiento.

En consecuencia, Dennis (2017), menciona en su proyecto de investigación que El JIT provee tres elementos básicos para cambiar el sistema de producción de una compañía (Dennis, 2017) :

- 1) El flujo continuo, el cual es típicamente utilizado en el concepto de la célula, permite a los materiales que fluyan de operación en operación y mejora la comunicación entre operadores.
- 2) Takt time, el cual marca el paso a seguir dentro del proceso.
- 3) El sistema jalar (Kanban), que permite a los materiales/productos fluir sin

ningún inventario, o dentro de un rango mínimo de inventario en proceso (un supermercado). Reduce el tiempo de entrega y los costos de movimiento de inventario; refuerza la importancia de tener un sistema de calidad.

### Los principios básicos del jit

En función a la idea anterior, Desde que Toyota comenzó a usar el JIT, ha trabajado con este sistema y además lo ha mejorado conforme ha pasado el tiempo. JIT fue unas de las primeras herramientas que llevó a Estados Unidos, JIT sigue una serie de reglas sencillas (Contreras & Cota, 2007):

- No se debe producir nada a menos de que el cliente lo haya ordenado.
- Se nivela la demanda de modo que el trabajo fluya suavemente a través de la planta
- Se ligan todos los procesos a la demanda del cliente mediante simples herramientas visuales.
- Se maximiza la flexibilidad de la gente y la maquinaria.

## Flujo Kanban

Según, Anderson y Carmichael (2016), mencionan en su proyecto de investigación que, el flujo de trabajo en un sistema Kanban debería maximizar la entrega de valor, minimizar los tiempos de entrega y ser tan fluido (es decir, predecible) como sea posible. Estos son algunas veces objetivos conflictivos, ya que normalmente los entregables son complejos y requieren un control empírico a través de la transparencia, inspección y adaptación. Los cuellos de botella en los que el flujo se ve limitado por un subproceso particular y bloqueos por dependencias de otros servicios son importantes para el flujo y tienen que ser gestionados. (Anderson & Carmichael, 2016)

## Características del sistema kanban

Por consiguiente, Sipper y Osuna (1999), un sistema Kanban no es para todo mundo. Funciona mejor cuando el flujo es uniforme y la mezcla de productos es muy estable. Una suposición implícita en un sistema Kanban es que las operaciones de preparación son cortas en todas las estaciones de trabajo. Esto se requiere para que cada centro de trabajo pueda cambiar la producción de partes con tanta frecuencia como sea necesario para cumplir con la demanda especificada por las tarjetas Kanban. Cuando se tiene un flujo uniforme, el sistema Kanban opera

como una brigada en cadena para pasar cubetas. Cada miembro de la cadena pasa más o menos el mismo tiempo pasando la cubeta y no se necesitan cubetas en inventario. Si la salida es más lenta, toda la cadena lo hace más despacio, y si se acelera, la cadena lo hace más rápido. La velocidad máxima es restringida por el más lento en pasar la cubeta y, para la mayor parte de los sistemas JIT, está diseñada de manera que sea menor que la demanda máxima. La variabilidad desorganiza un sistema Kanban. Entonces deben introducirse tarjetas adicionales (o contenedores) para evitar faltantes. Por último, el Kanban no funciona bien en sistemas con muchos números de inventario activos. El gran número de Kanban que se necesitan aumentará los inventarios, y el control será complicado ya que se usa un sistema de información manual. El control de empujar se puede implantar en formas distintas al Kanban. (Sipper, Bulfin, & Osuna, 1999)

#### Tipos de kanban

De este modo, Contreras y Cota (2007) mencionan que existen dos tipos de Kanban: Kanban de producción (también conocido como Kanban para hacer) y Kanban de retiro (también conocido como Kanban para mover). La principal distinción entre el Kanban de producción y el Kanban de retiro es que el primero es una señal para hacer algo, en tanto que el otro es una señal de que algo se necesita 20 retirar del inventario (entonces se provoca la señal para surtir) y transportar a los procesos anteriores. (Contreras & Cota, Manual de Lean Manufacturing, 2007)

- Kanban en proceso: es usado para tener una instrucción de transporte de una pequeña cantidad (idealmente sería producción de una en una o, al menos, lo correspondiente a un pitch) para los siguientes procesos.
- Kanban de retiro o entre procesos para propósitos internos: es usado como señal cuando se necesita retirar (mover) partes de un área de almacenamiento y transportarlas a los siguientes procesos dentro de la planta.

#### Reglas kanban

Por esta razón, Villaseñor (2007), menciona en su proyecto de investigación que dentro del Kanban se tiene un conjunto de reglas, las cuales se enlistan a continuación (villaseñor, 2007):

- Las operaciones siguientes retiran artículos de las operaciones anteriores.
- Las operaciones anteriores producen y transportan solamente cuando una tarjeta de Kanban es presentada y solamente se surtirá el número de parte indicada sobre el Kanban.
- Las tarjetas Kanban se mueven con el material para proveer un control, y éste es en forma visual.

- El número de tarjetas Kanban determina la cantidad de inventario del trabajo en proceso.
- Hay que tratar de reducir el número de tarjetas de Kanban en circulación, para forzar al mejoramiento.

### Administración y clasificación de materiales función de almacenamiento

Según Montero (2018), la función de almacenamiento debe cubrir cuatro etapas en un ciclo que se denomina ciclo de almacenamiento. Las cuatro etapas constituyen un proceso continuo y cuenta cada una de ellas con funciones específicas cuya finalidad se encuentra en la satisfacción de las demandas de bienes planteadas de la institución. El registro de los materiales tiene por lo menos cuatro aspectos básicos (Montero., 2018)

- Identificación. Consiste en la denominación básica asignada a cada material y su descripción de acuerdo con sus características particulares, físicas, de dimensión, funcionamiento y cualquier otra que posibilite su discriminación respecto a otros similares o de marcas distintas.
- Codificación. Consiste en asignar un símbolo a cada rubro de material

para posibilitar su clasificación, ubicación o verificación, y su manejo. La codificación de los bienes en la mayoría de los casos debe atender normar nacionales o normas internacionales, según sea el caso.

- Clasificación. Esta acción posibilita la identificación y ubicación de los materiales de acuerdo con características afines. Estas características pueden establecerse en función de volumen, peso, aspecto, frecuencia de rotación, entre otros.
- Catalogación. Consiste en la elaboración de listados de los materiales codificados y clasificados según un orden lógico previsto. Es recomendable mantener catálogos actualizados de los materiales que faciliten su consulta. Guarda de material. Es la principal actividad de un almacén y consiste en mantener con un tratamiento especializado los productos. Despacho de mercancías. Es una etapa de la logística cuya finalidad es que el producto salga de almacén y sea entregado a su destino final, a tiempo y en perfectas condiciones.

## Función de almacenamiento

Según Hernández (2013), función de almacenamiento debe cubrir cuatro etapas en un ciclo que se denomina ciclo de almacenamiento. Las cuatro etapas constituyen un proceso continuo y cuenta cada una de ellas con funciones

específicas cuya finalidad se encuentra en la satisfacción de las demandas de bienes planteadas de la institución (Hernandez & Vizan, 2013).

Recepción. La recepción de material tiene como objetivo, organizar, dirigir y supervisar la entrada física de los bienes adquiridos por la dependencia, buscando la mayor eficiencia de los métodos de descarga, inspección y verificación. Así como revisar las especificaciones que se marcan y la calidad con que se presenten.

Registro de material. El objetivo de esta etapa en la función del almacenamiento es planear, organizar, dirigir y controlar los sistemas y procedimientos de registro, con el fin de mantener al día la información acerca de la recepción, existencia, condiciones en que se encuentran, costo y localización de los materiales. El registro de los materiales tiene por lo menos cuatro aspectos básicos: (Valderrama, Colmenares, & Jaimes, 2019).

Identificación. Consiste en la denominación básica asignada a cada material y su descripción de acuerdo con sus características particulares, físicas, de dimensión, funcionamiento y cualquier otra que posibilite su discriminación respecto a otros similares o de marcas distintas.

Codificación. Consiste en asignar un símbolo a cada rubro de material para

posibilitar su clasificación, ubicación o verificación, y su manejo. La codificación de los bienes en la mayoría de los casos debe atender normar nacionales o normas internacionales, según sea el caso.

Clasificación. Esta acción posibilita la identificación y ubicación de los materiales de acuerdo con características afines. Estas características pueden establecerse en función de volumen, peso, aspecto, frecuencia de rotación, entre otros.

Catalogación. Consiste en la elaboración de listados de los materiales codificados y clasificados según un orden lógico previsto. Es recomendable mantener catálogos actualizados de los materiales que faciliten su consulta. Es la principal actividad de un almacén y consiste en mantener con un tratamiento especializado los productos.

Despacho de mercancías. Es una etapa de la logística cuya finalidad es que el producto salga de almacén y sea entregado a su destino final, a tiempo y en perfectas condiciones.

Asignación de espacios

En cuanto a, Arias y Lame (2018), mencionan que la distribución del espacio ha de

llevarse a cabo en forma objetiva, de acuerdo con las características de los materiales a almacenar. Los espacios derivan las dimensiones físicas del área de almacenamiento, a saber: altura entre pisos, distancia entre columnas, ubicación de huecos, etc. El área de los estantes o racks debe determinarse de acuerdo con las características de los materiales. Para esto se deben considerar la altura y anchura del material (Arias & Lame, 2018)

Control de inventarios mediante máximos y mínimos.

Ciertamente, Duran (2012), actualmente en la gestión del inventario presentan grandes beneficios para las empresas, pues le proporcionan una medida de control para determinar la cantidad de inventario a mantener, el momento preciso para hacer los pedidos, dividir los productos por valor económico, manejar sistemas computarizados para su administración, entre otros beneficios (Durán Y. , 2012).

Por otra parte, Chamorro (2019) mencionan que el sistema de control de inventarios permite informar al responsable del manejo de existencias cuándo hacer un pedido o hacer una distribución, la cantidad que debe solicitar o distribuir y cómo mantener un nivel de existencias adecuado para todos los productos a fin de evitar desabastecimientos y exceso de existencias (sobreabastecimiento). En general, es importante que, al momento de seleccionar el sistema de control de inventarios por

máximos y mínimos, se consideren los siguientes factores que le ayudarán a determinar con mejor exactitud los niveles a manejar en el almacén: (Chamorro, Díaz, Fuentes, & Lovo, 2019).

1. Número de productos administrados en el almacén
2. Vida útil de los productos que se manejan en el almacén (fechas de vencimiento)
3. Calidad y cantidad de transporte disponible
4. Accesibilidad a los puntos de distribución
5. Nivel actual o esperado de reportes (de datos) entregados en los diferentes niveles de la cadena
6. Espacio de almacenamiento
7. Sistema y frecuencia de la supervisión
8. Automatización (o no) del control de inventarios

Por otro lado, Fiaep (2009), menciona que los máximos y mínimos es el método de cantidades fijas en el sistema de control de cualquier tipo de almacén, todo esto para mantener un inventario óptimo cuando este tenga cualquier tipo de rotación, estos máximos y mínimos verifican la existencia de cada uno de los artículos que se encuentren en el inventario. Por otro lado, algunos puntos clave para entender el procedimiento referente a este tipo de

inventario son los siguientes:(Fiaep, 2009):

- Nivel Máximo. Es el nivel máximo de existencias que el almacén debe mantener en un periodo determinado y bajo rotaciones normales.
- Nivel Mínimo. Es el nivel mínimo de existencias del cual el inventario en un periodo determinado y bajo rotaciones normales no debería caer, cuando se llega a este punto lo importante es el reabastecimiento.
- Frecuencia de Pedido. Es la periodicidad con la que se solicitan o envían los productos que se encuentran en un inventario de máximos y mínimos.
- Nivel de Reserva. Corresponde a una reserva de seguridad de existencia de ayuda frente a los desabastecimientos generados por algún tipo de demora de abastecimiento o por algún tipo de imprevisto.
- Tiempo de Reabastecimiento. Esto se enfoca en el tiempo que se tiene respecto al momento en que sé que se solicita el nuevo abastecimiento y el momento que este mismo llega y está listo para su utilización.
- Promedio Mensual de Demanda. Es el consumo promedio de las cantidades necesarias para mantener el stock de inventario al día.

- Cantidad Para Solicitar. Corresponde a la cantidad necesaria que se necesita para abastecer a el nivel máximo todos los datos y movimientos generados para el abastecimiento faltante son de función personal, revisando datos para la toma de decisiones como saber la cantidad de artículos que se necesita para reabastecer y cuál es la cantidad de esos artículos a reabastecer.
- Cantidad Económica de pedido. Es el modelo de pedido fijo donde buscar de manera organizada y mantener una constante cantidad de compras en un periodo determinado manteniendo un costo menor y una mejor 23 optimización.

Este modelo permite mantener constantemente un inventario en rotación donde se puede manejar lo siguiente:

- Cantidad de unidades a pedir.
- Verificar el costo anual en todo el pedido a pedir
- Verificar el costo anual para mantener el inventario al día
- Tiempos entre cada pedido
- Periodo de consumo diario, mensual y anual de cada elemento.

Así mismo, Carro (2013), afirma que la revisión periódica de máximos y mínimos de inventario se debe realizar cada cierto tiempo (periodos), en los cuales

se calcula la cantidad de inventario disponible en la empresa y cuanta cantidad se requiere para llegar a un nivel de inventario deseado. Afirma, además, que este es un sistema opcional para control de inventarios, también conocido como sistema de reorden a intervalos fijos o sistema de reorden periódico (P), en el cual la posición de inventario de un artículo se inspecciona periódicamente y no de modo continuo. Si la compañía tiene escaso personal y con muchos artículos, será muy difícil controlar los niveles diariamente. (Carro & Gonzalez, 2013).

También, Duran (2019), menciona que un sistema P, el tamaño del lote, Q, puede cambiar de un pedido a otro, pero el tiempo entre pedidos es fijo el nivel de disponibilidad del producto se mide usando el nivel de servicio de ciclo o la tasa de surtido, que son métricas de la cantidad de demanda de la cliente satisfecha con los inventarios disponibles (Durán Y. , 2019). El nivel de disponibilidad del producto, también conocido como nivel de servicio al cliente, es una de las principales medidas de la capacidad de respuesta de la cadena de suministro.

Por último, Sunil y Peter (2008), mencionan que en esta puede utilizar un alto nivel de disponibilidad del producto para mejorar su capacidad de respuesta y atraer clientes, incrementando así los ingresos de la cadena. Sin embargo, un alto nivel de disponibilidad del producto requiere grandes inventarios, los cuales aumentan los costos de la cadena. Por tanto, ésta debe lograr un equilibrio entre el nivel de disponibilidad y el costo del inventario (Sunil & Peter, 2008)

## **CAPÍTULO 5. METODOLOGÍA**

### *Participantes*

El caso de estudio en la empresa KOSTAL MEXICANA SA. DE CV. Se integraron algunos participantes para poder llevar a cabo los objetivos de investigación.

ING. Enrique, encargado del área de diversos (almacén de empaque) LIC. Agustín, encargado del flujo de materiales en el área de logística, y María Josefina Bedolla Guzmán, Practicante en el área de logística avanzada.

### *Herramientas*

Así mismo, para llevar a cabo la metodología propuesta del inventario mediante máximos y mínimos, utilizamos SAP, como herramienta de investigación, que nos ayudó con información verídica y resiente que se necesitaba para crear un inventario el cual se realizó en Microsoft Office Exel, donde ahora se tiene toda la información.

### *Procedimiento*

Antes de empezar a describir la forma en que se realizó el análisis, se realizó un diagnóstico inicialmente con la finalidad de identificar las áreas de oportunidad

de mejora, así como las limitantes que se tendrá al desarrollar el proyecto en la empresa KOSTAL mexicana S.A de CV. El desarrollar un diagnóstico es fundamental, debido a que se debe tener la información necesaria de lo que se cuenta y de lo que se necesita mejorar y con ello, contar con las herramientas, recursos como otros factores necesarios para el alcance del proyecto. En este sentido, es fundamental conocer el estado inicial mediante un correcto análisis del caso.

En KOSTAL mexicana planta ACAMBARO, el área de almacén, no se contaba con una persona encargada en el área de planeación de empaque, por ello, no se tenía la información necesaria (base de datos) sobre las normas de empaque y los materiales requeridos para cada una de las líneas de producción. Así mismo existía un mal control de inventario al no conocer los requerimientos que se tendrán por parte de producción para solicitar de acuerdo con el plan maestros (MPS) y solo se solicita con a la experiencia de la persona que estaba de encargado del almacén de empaque. Esta persona a pesar de tener varios años en el puesto no contaba con algún tipo de preparación para desarrollar mejoras en el proceso o mejorar las deficiencias, así mismo no sabía utilizar los equipos de cómputo y de montacargas.

Debido al sobre inventario que se tenía y al no poder acomodar los materiales que solicitaba se tenía como consecuencia, se ocupara más espacio en

los racks al no contar con un Lay Out (estructura y diseño de las ubicaciones de materiales) el exceso se quedaba en piso obstruyendo el paso, Como se muestra en la ilustración 4.

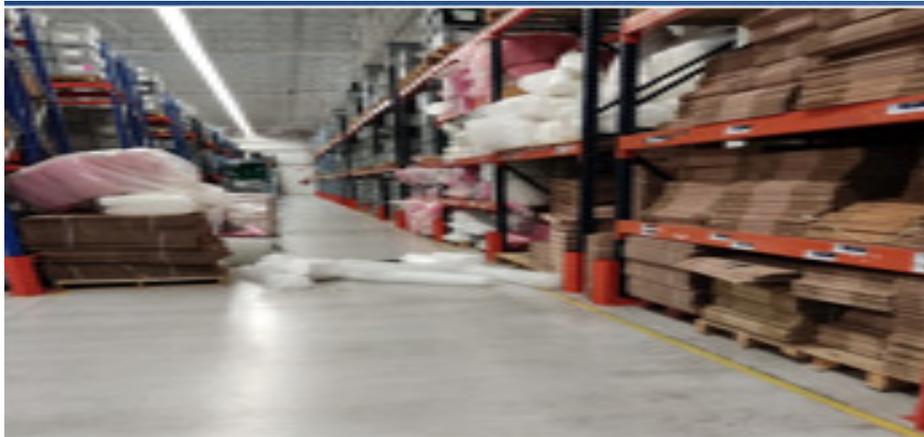


Ilustración 4 Estado anterior del almacén de empaque.

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, al no existir documentación alguna sobre los Lay Out (distribución y diseño de materiales), tampoco se contaba con espacios definidos y ubicaciones identificadas con la descripción del material, esto genera que algunos empaques se encuentran revueltos con material de líneas de producción, dificultando su búsqueda y recolección al momento de las solicitudes.

Como se muestra en la ilustración 5.



Ilustración 5 Estado anterior del acomodo de materiales.

Fuente: Elaboración propia

Otro tema causante es que en los racks (elemento de almacenaje), se encontraban dispersos dentro del almacén, lo que complicaba el surtimiento debido a que se debían recorrer distancias innecesarias perdiendo tiempo en trasladarse de un lugar a otro ya que no se encontraban en el mismo lugar y se recorrían aproximadamente 20 metros de distancia, entre los racks que almacenan empaque.

En la anterior figura, nos muestra con una línea verde de los movimientos que se tenían que realizar para recolectar el material de empaque en los diferentes racks (elemento de almacenaje), debido a que se encontraban separados a una distancia considerable, así como se muestra en la siguiente Figura 1.

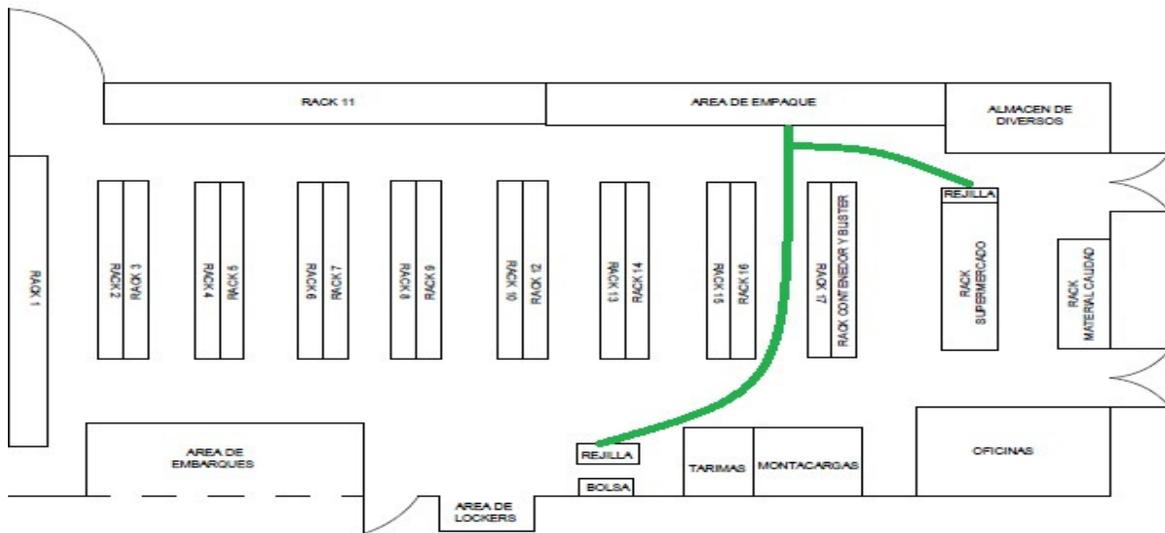


Figura 1 Lay Out del almacén de empaque.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, como medida de contención, se acordó con el equipo, asignar al Ing. Enrique, quien cuenta más preparación en el puesto de almacén de diversos y empaque, con el que se llevara a cabo la realización del proyecto, y así brindar mejores resultados.

Elaboración de la base de datos (lista de materiales).

Extracción de información del sistema SAP

De este modo, la información se consultó a través del SAP, mediante la transacción POPC, en la cual se pueden visualizar las instrucciones de empaque de cada versión, que se le llegue a ingresar. Es decir, solo agregamos los números de versión de la empresa KOSTAL ACAMBARO, para consultar que tipo de empaque lleva cada versión. Como se muestra en la siguiente figura 2.

Itm	It...	Component	Target quantity	Minimum qty	Ro...	Unit of me...	Load carrier
	10 P	70011185	1			EA	<input checked="" type="radio"/>
	20 M	84001053	2			EA	<input type="radio"/>

Figura 2 Requerimientos de empaque (SAP).

Fuente extraída de: KOSTAL Acámbaro.

De este modo, se recolectaron los datos necesarios para crear la base de datos, donde se encontrará la información que indicará, que tipo de empaque se utiliza (caja, rejilla, polifoam, burbuja, tapas) esto para tener una base de datos actualizada. Cabe resaltar que esta base de datos se extrajo del software SAP que se utiliza en todas las plantas de KOSTAL . Así mismo, se arroja la información del cliente, línea de producción, proveedores, versión y la demanda que tiene cada empaque.

#### Recolección de información del Plan Maestro de Producción (MPS)

Posteriormente, se recolecto información del plan maestro de producción (MPS), archivos utilizados por el área de los Planeadores de producción. Esta información se utilizó de igual forma para alimentar la base de datos. La información

extraída consta de:

- Numero de turnos a trabajar. La empresa labora tres turnos, matutino, vespertino y nocturno. Se trabaja normalmente de lunes a sábado, pero si existen versiones críticas se trabajan los domingos. La mayoría de las líneas de serie trabajan los 3 turnos mientras que las líneas de refacción a lo muchos trabajan 1 turno.
- Número de líneas a trabajar por cada versión. Conocer cuántas líneas de producción trabajaran para cubrir la demanda.
- Demandas de líneas de producción. Se recolecto la información de cada línea para saber la cantidad de piezas a producir por día, semana, mes o año,
- Demandas de líneas de producción. Se recolecto la información de cada línea para saber la cantidad de piezas a producir por día, semana, mes o año,
- Número de líneas a trabajar por cada versión. Se utilizó para saber cuántas líneas de producción trabajaran para cubrir la demanda.
- Rate de producción de cada línea. Solo se utilizó la información del número de piezas que se produce por hora.
- Utilización. Donde nos dice la capacidad a la que trabaja la línea.

## **Generación de la base de datos lista de materiales (BOM)**

La lista de materiales se realizó en una hoja de cálculo (Excel), ya que en KOSTAL planta Acámbaro no cuenta con una base de datos actualizada para conocer los materiales que se requieren actualmente y con la cual puedan basarse para hacer la solicitud de materiales necesarios a proveedor.

A continuación, se explican los apartados que contiene la base de datos, así como también se anexa la imagen del documento, véase la figura 3.

### **1) Base de datos**

- Numero de parte. Nos indica el numero o versión que identifica a el producto terminado (PT) (producto terminado).
- Descripción. Nos indicas el nombre del producto terminado.
- Línea de ensamble. Nos indica en nombre de la línea de producción o el cliente la que se elabora
- Estatus. Nos indica la vigencia del PT (producto terminado), ya sea que se produzca en serie o sea una refacción.
- Localidad. Nos indica, el lugar en donde se produce el PT (producto terminado).
- Planta. Nos indica la empresa donde se produce el PT (producto terminado).

- Demanda. Indica la cantidad de piezas a producir de un PT (producto terminado), esta información se extrae del plan maestro de producción el cual nos sirve para conocer que versiones tienen requerimiento.
- Tipo de empaque. Indica en qué tipo de empaque se embalará el PT (producto terminado), ya sea desechable(cartón) o retornable(plástico).
- SAP packing Instruction (instrucción de empaque). Indica el número de norma de empaque el cual hace referencia a la manera en que debe embalarse el PT (producto terminado).
- Estándar pack individual: Indica la cantidad de PT (producto terminado), que contiene cada embalaje.
- Numero de parte: Indica el número que corresponde a la caja, rejilla, separador, burbuja, polifoam o tapa.
- Descripción: Indica el nombre del material, tipo de empaque y medidas.
- Cantidad: Indica cuanto material requiere para el embalaje.

Numero de Parte	Descripción	Lineado Ensamble	ESTATUS	Localidad	Planta	DEMANDA	Tipo de Empaque	SAP Packaging Instruction	Standard Pack Individual	Numero de parte de contenedor	Descripción Contenedor	Cantidad Contenedor
			SERIE	ACAMBARO	KII	4501.1	DESECHABLE	17984	315	10263722	Cardboard 345x 246x 128	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	4501.1	RETORNABLE	33364	315	10002580	contenedor retor CT121505 381x 305x 127	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	405	RETORNABLE	2836	45	71946241509000	Contenedor CT241509 C	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	60	RETORNABLE	2837	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	317	RETORNABLE	2837	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	698	RETORNABLE	2835	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	330	RETORNABLE	2838	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	345	RETORNABLE	5076	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	1015	RETORNABLE	5142	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	95	RETORNABLE	12705	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	879	RETORNABLE	11616	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	879	RETORNABLE	12703	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	9072	RETORNABLE	15292	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	45	RETORNABLE	16328	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	108	RETORNABLE	17360	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	349875	RETORNABLE	18299	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	33	RETORNABLE	18579	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	90	RETORNABLE	18581	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	130	RETORNABLE	20412	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	46	RETORNABLE	20567	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	102111	RETORNABLE	18520	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	102111	RETORNABLE	18575	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	72127	RETORNABLE	19130	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	1233	RETORNABLE	20402	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	16212	RETORNABLE	27308	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	45	RETORNABLE	2812	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	260	RETORNABLE	2813	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	2281	RETORNABLE	2834	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	57	RETORNABLE	5078	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1
			SERIE	ACAMBARO	KII	196	RETORNABLE	5079	45	71946241509000	Contenedor CT241509 Chrysler consig.	1

### Figura 3 Base de datos BOM

Fuente: elaboración propia.

#### LIMPIEZA DE DATOS:

Posteriormente, al tener toda la información en la hoja de Excel, se procedió realizar una limpieza de datos, la cual consta de hacer una inspección general a toda la información para identificar y corregir errores al momento de capturar los datos ya que al trabajar con grandes cantidades de información es susceptible a cometer errores.

Como primer momento, se analizó toda la información, para identificar visualmente errores de escritura, información duplicada, datos innecesarios, información faltante o datos atípicos. Para realizar este análisis se hizo uso de funciones de Excel como lo son filtros, eliminar datos duplicados, formatos condicionales, ortografía y se les dio un formato a las tablas para así tener clara y uniforme la información.

De acuerdo con el resultado de este procedimiento de limpieza, se comprobó que existía mucha información errónea, datos atípicos que no pertenecían a la base de datos e información incompleta, es decir, que alguna de información en el sistema SAP esta desactualizada.

Por consiguiente, se recabó nuevamente la información de los datos faltantes y erróneos en piso de producción.

#### Recolección de información en piso de producción

Cada una de las líneas de producción dentro de KOSTAL , cuentan con carpetas de las cuales contienen información referente a la línea, sobre temas de calidad, mantenimiento, producción, lay outs (estructura y diseños para los materiales) etcétera. Por lo que en ella existe un apartado llamado empaque, en la cual se encuentra la hoja de método de empaque (HME), la cual contiene las características requeridas por el cliente de la manera en que debe ir empaquetado el PT (producto terminado). Véase la figura 4.

HOJA DE METODO DE EMPAQUE											
<b>Descripción:</b> _____				<b>Empaque:</b> Retornable			Alterno Des.				
<b>Cliente:</b> _____				Refacción			Cliente E.				
<b>Fecha:</b> _____				Desechable			Alterno Ret.				
<b>Revisión:</b> _____											
Item	Concepto	Cant. Comp.	Retornable		No. Parte Kostal	Dimensiones Int. ( cm )			Peso (grs)	Cantidad de Piezas por	Observación
			Si	No		Largo	Ancho	Alto			
1	Contenedor	1		X	71948536344000	55.0	35.0	24.0	572	81	
2	Rojilla	3		X	12130423	53.0	32.0	6.4	150	27	
3	Rojilla										
4	Bolza (ESD)	1		X	71920042000000	120.5	81.5	0.1	107		
5	Polifoam										
6	Separador	4		X	71910172000061	54.2	33.0	0.1	75	20	
7	Tapa	1		X	71945544352000	55.0	35.0	7.0	26.0	81	
8	Burbuja			X	10321923	54.0	32.5	1.2	16	81	
9	Tarima	1	X		71930206000061	121.3	114.3	12.7	19500		
10	Tela no tejida	6		X	12022723	358.0	258.0	2.0			
11	Liga										
12	Etiqueta										
13	Caja 2										
14	Bolza 2										
15	Etiqueta 2										
Peso Contenedor y Dunnage:									1731		

Figura 4 HME (hoja de método de empaque).

Fuente extraída de: Empresa KOSTAL Acámbaro.

Para corroborar que la información de la hoja data base (base de datos) obtenida del sistema SAP sea correcta, se tuvo que consultar la HME (hoja de método de empaque), de cada una de las líneas para comparar la información. Con esto se detectaron diversas discrepancias en la base de datos, las cuales se corrigieron para tener la información actualizada, correcta y así poder trabajar con estos datos.

## 2) Información de proveedores:

Al contar con la información correcta y actualizada, se procede a clasificar los

materiales existentes en la planta para conocer el número de parte, la descripción con sus medidas correspondientes, indicando la cantidad de piezas que contiene cada paquete que envía el proveedor, quien es el proveedor de cada uno de los materiales el estatus del material, clasificando los materiales de acuerdo con la demanda indicada en el plan maestro de producción asignando un estatus que consta de:

- Serie. Nos indica, los materiales con media-alta demanda con solicitud recurrente o diaria.
- Refacción. Nos indica, los Materiales con una demanda baja con una solicitud periódica o por pedido.
- Obsoleto. Nos indica, los Materiales sin demanda que ya no se requieren por la planta.

Como se muestra en la siguiente figura 5.

NO. DE PARTE	DESCRIPCIÓN	PZ/PAQ	Vendor Name	Pkg Status
10014555	REJILLA 40 CAVIDADES 30 X 24 X 4.6CM	25	PROVEEDOR 1	SERIE
10032592	REJILLA 30 CAVIDADES 324X 240X32 MM	25	PROVEEDOR 2	SERIE
10032598	REJILLA 105 CAVIDADES 330X 238X32 MM	25	PROVEEDOR 3	SERIE
10032601	REJILLA 5 CAVIDADES 330X 237X62 MM	25	PROVEEDOR 1	SERIE
10035248	REJILLA DE CARTULINA SULFATADA 18 CAVIDA	25	PROVEEDOR 2	SERIE
10320156	DIVIDER 534X 336X 54 88 ST	25	PROVEEDOR 3	SERIE
10039240	REJILLA 605X 312X 76 32 CAV	25	PROVEEDOR 1	OBSOLETO
12074892	DIVIDER F. 10352085 345X 257X 40 48 ST	25	PROVEEDOR 2	OBSOLETO
10046066	REJILLA 64CAV. 330X 240X 4	25	PROVEEDOR 3	REFACCIÓN
10046067	REJILLA 80CAV. 330X 240X 45	25	PROVEEDOR 1	REFACCIÓN
10048010	REJILLA CRTULINA SULFATADA 575X 550X 48	25	PROVEEDOR 2	REFACCIÓN
10054301	DIVIDER 340X 238X 41 91 PC	25	PROVEEDOR 3	REFACCIÓN
10069633	DIVIDER 536X 344X 68 28 PC	25	PROVEEDOR 1	REFACCIÓN
10069635	DIVIDER 330X 238X 48 65 PC	25	PROVEEDOR 2	SERIE

Figura 5 Información de proveedores.

Fuente: Elaboración propia.

Gestión del inventario mediante máximos y mínimos.

Por otro lado, en KOSTAL ACAMBARO al tener un modelo de producción basado en requerimientos y demandas de las cuales son variables, no se puede trabajar con inventarios o solicitudes basadas en los requerimientos diarios por parte del área de planeación de la demanda. Por lo que se tiene que considerar escenarios pesimistas en los cuales se pueden presentar temas críticos de un momento a otro, en donde se deban trabajar líneas a tres turnos, con esto necesario estar siempre preparados para cualquier tema extraordinario.

Para cubrir con estas necesidades, el cálculo de máximos y mínimos de inventarios

en el almacén de empaque se determinó para las líneas serie, considerando la capacidad máxima de cada línea de producción, tomando el Rate (tiempo de producción) de producción más alto registrado de cada línea y asumiendo que trabajarían tres turnos continuos.

De acuerdo con los datos facilitados por KOSTAL ACAMBARO y los tutores, se optó por utilizar niveles máximos y mínimos de inventario con los cuales se determinen las cantidades necesarias a almacenar para satisfacer las necesidades del área de producción evitando tener sobre inventarios o desabastos.

Así mismo, KOSTAL cuenta con un beneficio en los tiempos de reabastecimiento de materiales ya que estos se realizan de manera diaria por lo que es cuestión de horas, desde que se realiza la solicitud y el proveedor entrega el material.

Por ello los cálculos de máximos y mínimos se tuvieron que adecuar a este modelo donde se basa en tiempos de surtimiento variables ya que el tiempo mínimo que tarda el material en llegar a KOSTAL Acámbaro es de 12 a 16 horas mínimo y máximo de 20 a 21 horas. Por lo que los niveles de inventario deben cubrir estos tiempos de reposición.

Las fórmulas utilizadas para los cálculos son las siguientes:

- **Inv. Mínimo:**  $(\text{Consumo máximo}) (\text{Tiempo reposición Mínimo}) + \text{Stock seguridad}$
- **Inv. Máximo:**  $(\text{Consumo Máximo}) (\text{Tiempo reposición Máximo}) + \text{Stock seguridad}$
- **Cantidad de pedido:** inventario Máximo – Existencia

La información de las fórmulas se interpreta de la siguiente manera:

- **Inv. Mínimo:** Cantidad de inventario mínimo a mantener.
- **Inv. Máximo:** Cantidad de inventario máximo a mantener.
- **Consumo máximo:** Cantidad máxima requerida por hora de material.
- **Tiempo de reposición Mínimo:** Tiempo en que tarda el material en llegar a la planta, se estableció un tiempo mínimo de 16 hrs.
- **Tiempo reposición Máximo:** Tiempo en que tarda el material en llegar a la planta, se estableció un tiempo mínimo de 20 hrs.
- **Stock seguridad:** Inventario de seguridad asignado para cubrir alguna irregularidad, se estableció del 20% del requerimiento adicional.
- **Cantidad de pedido:** Cantidad de material a solicitar para cubrir el inv. Máximo
- **Existencia:** Cantidad de material existente en almacén al momento de realizar el inventario.

Además, se agrupó la información de la base de datos por líneas de producción para resumir la información y poder realizar los requerimientos de máximos y mínimos, pero por línea. Véase la siguiente figura 6.

Línea de Ensamble	CLIENTE	Producto	Tipo	Inventario Promedio Días	Rate (pz/hr)	Utilización	Turnos / Día	Planta	Hr / día	Cajas / Hr	Std Pack Individual	TIPO EMPAQUE	Numero de Parte Empaque	Cantidad Empaque	Empaque / Hr	Min	Max
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	5	71	100%	2	KII	15	2	45	CAJA	71946241509000	1	2	32	40
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	5	71	100%	2	KII	15	2	45	REJILLA	71945312500000	3	6	96	120
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	5	71	100%	2	KII	15	2	45	BOLSA					
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	5	71	100%	2	KII	15	2	45	POLIFOAM	71910212000061	3	6	96	120
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	5	71	100%	2	KII	15	2	45	SEPARADOR	71910172000061	4	8	128	160
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	5	71	100%	2	KII	15	2	45	TAPA	71945544352000	1	2	32	40
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	5	71	100%	2	KII	15	2	45	BURBUJA	10321929	2	4	64	80
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	9	75	100%	0.5	KII	3.75	2	45	CAJA	71946241509000	1	2	32	40
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	9	75	100%	0.5	KII	3.75	2	45	REJILLA	71945312500000	3	6	96	120
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	9	75	100%	0.5	KII	3.75	2	45	BOLSA					
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	9	75	100%	0.5	KII	3.75	2	45	POLIFOAM	71910212000061	3	6	96	120
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	9	75	100%	0.5	KII	3.75	2	45	SEPARADOR	71910172000061	4	8	128	160
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	9	75	100%	0.5	KII	3.75	2	45	TAPA	71945544352000	1	2	32	40
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	9	75	100%	0.5	KII	3.75	2	45	BURBUJA	10321929	2	4	64	80
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	6	128	100%	1.5	KII	11.25	3	45	CAJA	71946241509000	1	3	48	60
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	6	128	100%	1.5	KII	11.25	3	45	REJILLA	71945312500000	3	9	144	180
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	6	128	100%	1.5	KII	11.25	3	45	BOLSA					
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	6	128	100%	1.5	KII	11.25	3	45	POLIFOAM	71910212000061	3	9	144	180
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	6	128	100%	1.5	KII	11.25	3	45	SEPARADOR	71910172000061	4	12	192	240
PWS Driver	FCA	SERIE	DESECHABLE	6	128	100%	1.5	KII	11.25	3	45	TAPA	71945544352000	1	3	48	60

Figura 6 Cálculos máximos y mínimos

Fuente: Elaboración propia.

Calculadora de empaques.

Basado en lo anterior, se creó una calculadora en Excel con dos funciones principales, la principal función de la calculadora es fomentar que el encargado de la solicitud del empaque realice un inventario de los materiales de empaque (actividad que antes no se realizaba), con esto se tiene una información más correcta de lo que se debe solicitar para cumplir con los niveles de máximos y mínimos.

Al momento de ingresar el inventario de cada número de parte, el archivo indica la cobertura en horas que tiene dicho material esta columna funciona mediante un sistema de semáforo el cual alerta con un color rojo los materiales con poca cobertura que pueden estar en riesgo (aunque este nivel aun da un margen de reacción), el color verde indica un nivel aceptable y el color amarillo indica un sobre inventario.

Finalmente, en base a los niveles de inventario nos indica la cantidad de pedido que se le debe enviar a los proveedores y con ello evitar sobre inventarios o desabastos

### CALCULADORA DE REQUERIMIENTOS DE EMPAQUE

N° DE PARTE	DESCRIPCION	Lineas	Rate	Consumo por Hora	Min	Max	Inventario Actual	Cobertura en horas	Cantidad de pedido
71945312500000	REJILLA CART. SULF. 15CAV. 54X32.7X6.3CM	9	132	79	1267	1750	1450	18	300
12022168	Divider f.10147985 540x 340x 40 36 ST	1	210	42	400	900	712	17	188
71910179000061	SEPARADOR(43.3X27.5CM)CAR	7	156	36	582	800	750	21	50
10317635	Divider 546.x 336.x 75. 30 pc	2	60	35	625	800	625	18	175
12081502	Divider f.10175180... 535x 515x 76 16 ST	2	120	31	240	680	400	13	280
10303048	Divider f.10118512... 540x 360x 60 28 ST	2	127	28	339	700	500	18	200
71948346110000	GEFACHE FÜR 0346114X (KOMEX) 20 NESTER	4	137	27	438	700	425	16	275
12033003	Divider f.10139837 540x 340x 57 12 ST	2	45	24	400	500	250	10	250
12057940	Divider 538x 327x 64 40 pc	2	127	22	353	500	400	18	100
12033425	Divider 546x 336x 75 28 ST	1	145	22	220	450	225	10	225
10325966	Divider 540x 340x 100 28 ST	1	64	21	150	350	200	10	150
10292790	C. Divider Poly SWS 543 x 330 x 64 mm	4	164	21	328	450	250	12	200
10303034	Divider f.10106883/4 341x 256x 56 80 pc	1	178	20	200	420	150	8	270
12021013	Divider 542x 342x 68 32 ST	1	115	20	375	450	225	11	225
10323833	Cut-out 540x 470x 1	2	72	16	250	350	210	13	140
10323830	Divider 540x 470x 68 16 ST	1	15	15	250	300	200	13	100
10303028	Divider f.10094684/5 540x 355x 70 15 ST	1	50	14	120	300	180	13	120

Figura 7 Calculadora de requerimiento de empaque.

Fuente: elaboración propia

### Determinación de ubicaciones para el material de empaque y diseño de Lay Outs

Con las evidencias anteriores, en el almacén de empaque los racks (elemento de almacenaje) de materiales estaban ubicados sin un orden donde requerían demasiado espacio para las ubicaciones del empaque y se recorrían distancias innecesarias. De acuerdo con los cálculos, nos dimos cuenta de que se tenía mucho exceso de material del cual ya no se tenían demanda.

Para este análisis, se tomó como referencia la base de datos con la cual se

creó una tabla dinámica para resumir los materiales que requieren todas las líneas, ya que varias de ellas comparten materiales. Por lo que el sumar las necesidades, los máximos y mínimos da un mayor entendimiento de las cantidades y espacios que va a requerir cada material dentro del almacén. Véase la figura 9 y 10.

TIPO	NP	REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	STD	Paquetes Min	Paquetes Max	PZ Min	PZ Max
BURBUJA									
	10321929	1500	TRAMO DE BURBUJA ESD 1/2" 54X32.5CM		50	30	38	1500	1900
	10323828	250	AIR CUSHION FOIL 540X 470X 13		25	10	13	250	325
	71910203000061	160	PREOTEC. DE BURBUJA 1/2"		25	7	9	175	225
	71945327241000	240	INLAY .ANTISTATISCH 327X 240		25	10	13	250	325
	71945540325000	120	INLAY .ANTISTATISCH 300X 120		50	3	4	150	200
	12046588	180	AIR CUSHION BAG 27.5X 43.5X 5.		25	8	10	200	250
CAJA									
	10043708	10	CAJA DE CARTON 584X 559X 356		10	1	2	10	20
	10048853	60	CAJA DE CARTÓN IMC100		15	4	5	60	75
	10263722	30	CARDBOARD 345X 246X 128		15	2	3	30	45
	71920110000011	25	CAJA DE CARTÓN 21X43X28 C/I		15	2	3	30	45
	71920137000161	155	CAJA DE CARTÓN 335X 245X 180		15	11	14	165	210
	71920138000061	20	CAJA DE CARTÓN DC 1.380X1.000X 250		10	2	3	20	30
	71920305000011	10	CAJA DE CARTON 31.5X25X20.5C						
	71943613126000	20	CAJA DE CARTÓN 1130X1060X690						
	71948113100000	125	CAJA DE CARTÓN 1130X1060X690		10	13	16	130	160
POLIFOAM									
	71945535320000	570	SEPARADOR DE FOAM 44 * 28 CM. 1/25"		25	23	29	575	725
	71945327240000	2520	SEPARADOR DE FOAM 54 * 32.5 CM 1/25"		100	26	32	2600	3200
	10200457	2730	SCHAUMZUSCHNITT ANTISTATISCH ROSA		150	19	23	2850	3450
	71910207000061	120	SEPARADOR DE POLIFOAM 1/16" (44X28)		100	2	2	200	200
	71910212000061	1415	SEP.POLIFOAM 32.5X23.5CM		200	8	10	1600	2000

Figura 8 Tabla dinámica de la base de datos (BOM).

Fuente: Elaboración propia.

Guía del Layout	Número de parte	Ubicación	capacidad x ubicación	MIN CALCULO	MAX CALCULO
1	12091176	02-01-01	900	1350	1725
2	10323830	02-02-01	350	250	300
3	12033003	02-03-01	675	400	500
4	10317635	02-04-01	400	625	800
5		02-05-01	libre	libre	libre
6	12021013	02-06-01	375	450	550
7	7194531250000	02-07-01	600	875	1100
8		02-08-01	libre		
9	12046996	02-09-01	700	325	400
10	10303028	02-10-01	750	105	125
11	71945312510000	02-11-01	1350	525	650
12	71948346110000	02-12-01	1000	675	850
13	12091176	02-01-02	900	1350	1725
14		02-02-02	libre	libre	libre
15		02-03-02	libre	libre	libre
16	10317635	02-04-02	400	625	800
17		02-05-02	libre	libre	libre

Figura 9 Asignación de ubicaciones en rack (Elemento de almacenaje).

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, esta tabla nos ayudó, para la realización de las etiquetas que se llevará cada ubicación.

Con esta información, se clasificaron los materiales de acuerdo con su requerimiento, si es de alto consumo, medio consumo o refacción. Esto para poder determinar en qué área o rack (elemento de almacenaje) será ubicado, ya que se le debe dar prioridad y un fácil acceso a los materiales de alto consumo, ya sea para que el personal lo recolecte con facilidad o para tenerlos más a la vista y evitar un posible desabasto inesperado.

De primer momento, se diseñaron los Lay Out (estructura y diseño) de los

racks de acuerdo con la prioridad de los materiales asignándoles su ubicación y así mismo se creó una lista de todas las ubicaciones para que se puedan identificar con más facilidad los materiales, podemos observar el diseño de los racks en la ilustración 11, 12 y 13.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

#	Número de parte	Descripción	Ubicación
1	12091176	REJILLA 540X 340X 55.4 ST	02-01-01
2	10323830	REJILLA 540X 470X 68 16 ST	02-02-01
3	12033003	REJILLA F. 10139837 540X 340X 57 12	02-03-01
4	10317635	REJILLA 546.X 336.X 75. 30 PC	02-04-01
5	LIBRE	LIBRE	02-05-01
6	12021013	REJILLA 542X 342X 68 32 ST	02-06-01
7	71945312500000	REJILLA CART. SULF. 15CAV. 54X32.	02-07-01
8	LIBRE 2	LIBRE	02-08-01
9	12046996	REJILLA F. 10338741 520X 330X 40 4	02-09-01
10	10303028	REJILLA F. 10094684/5 540X 355X 70	02-10-01
11	71945312510000	REJILLA CART. SULF. 25CAV. 33X23	02-11-01
12	71948346110000	REJILLA 20 NESTER	02-12-01

Figura 10 Lay Out (estructura y diseño) del empaque de las rejillas.

Fuente: Elaboración propia.

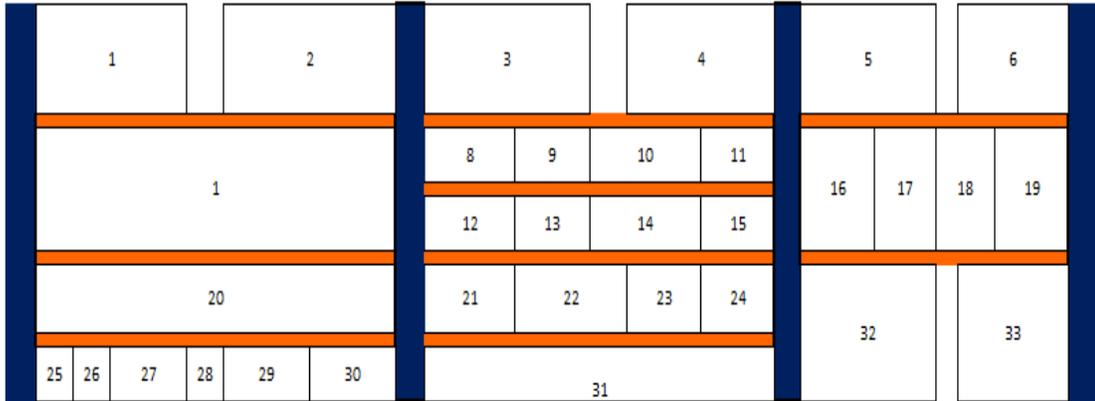


Figura 11 Lay Out (estructura y diseño) de los separadores, tapas, burbuja y polifoam.

Fuente: Elaboración propia

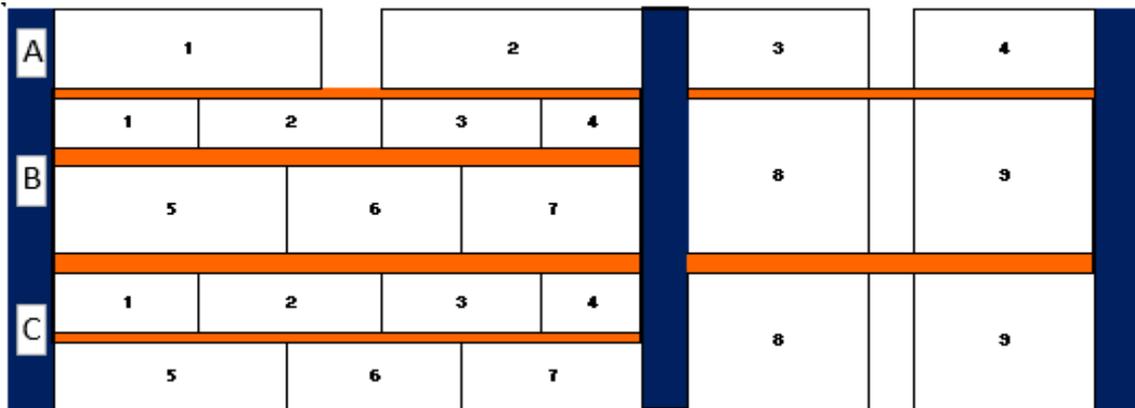


Figura 12 Lay Out (estructura y diseño) de las cajas.

Fuente: Elaboración propia.

## Generación de etiquetas

Para la generación de etiquetas, se utilizó un formato existente, el cual es un estándar en todas las plantas de KOSTAL . Es un diseño que nos pasaron de KOSTAL Querétaro, para que tenga esta etiqueta en los materiales, ya que como bien se mencionó, es una etiqueta que esta estandarizada por todas las empresas KOSTAL , Estas etiquetas se alimentaron de la información máximos y mínimos. A continuación, se muestra la etiqueta estándar, ya alimentada con alguna información de la tabla en la figura 14. Cabe resaltar, que solo se actualizaron las etiquetas con la información que nosotros ya teníamos.

<b>KOSTAL</b>		<b>KOMEX II</b>	
<b>RACE</b>			
<b>12081502</b>			
<b>DIVIDER F.10175180... 535X 515X 76 16 ST</b>			
<b>RACK 1</b>		<b>01-02-01</b>	
<b>MIN</b>	<b>125</b>	<b>MAX</b>	<b>200</b>
<b>APL3</b>		<b>ALMACÉN</b>	
		<b>CORRUGADOS ESPECIALIZADOS, S.A. DE C.V.</b>	
		,	

Figura 13 Diseño de etiquetas para el almacén de empaque.

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 6. RESULTADOS

Uno de los resultados obtenidos radica, en la realización de la limpieza de datos, ya que de esta manera se identificaron 6,244 versiones registradas en la base de datos (rejillas, polifoam, burbuja, cajas, tapas), de las cuales 2,428 versiones ya se encontraban obsoletas, debido a que desde que KOSTAL de la ciudad de Acámbaro empezó operaciones no se había realizado alguna limpieza de datos de las versiones que se producían (ellos producen interiores de autos). Esto generaba que se siguieran almacenando material de empaque de estas versiones al no conocer que estaban fuera de serie. Otra mejora obtenida con este resultado es que solo se trabajaba con la información necesaria lo que hacía que la base de datos fluyera de mejor manera y no existiera información innecesaria en ella.

Por otro lado, al tener solo la información necesaria de las versiones vigentes, se clasificaron dependiendo su tipo de demanda, las cuales son, 1,262 versiones de serie y 2,554 versiones de refacciones. Esta demanda es una proyección de los requerimientos con los que se cuentan en un lapso de dos años. Con ello se determinó el tipo de consumo que tendrán los materiales de empaque que utilizan estas versiones, ya sea, alto, medio y bajo consumo.

De igual forma, al realizar dicha clasificación se detectaron 34 números de parte de diferentes materiales de empaque, de los cuales eran obsoletos y se encontraban en ubicación dentro del almacén de empaque. Lo que representaba un total de \$73,564 pesos invertido en inventario muerto. Con el inventario anterior mencionado no se tuvo pérdida alguna, ya que se retiró de todas las ubicaciones colocándolo en tarimas de madera para después ser empleadas (envueltas en material de plástico), y enviadas al almacén de Querétaro donde le darían un uso y algunos otros se utilizaron como protección para el envío de materiales en transportes por lo que no hubo necesidad de desecharlos. Así como se muestra en las siguientes ilustraciones 6 Y 7.



Ilustración 6 Excedente de material

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 7 Excedente de materiales

Fuente: Elaboración propia

### **Cálculo de máximos y mínimos**

Al realizar los cálculos de máximos y mínimo de inventario se lograron establecer los niveles óptimos de inventario en almacén. Por lo que se logró identificar materiales los cuales contaban con un sobre inventario de stock (empaques almacenados sin movimiento), al ser materiales que no tenían un consumo muy alto y algunos otros que, si eran materiales de alto consumo, no contaban con los niveles necesarios y esto producía desabastos de este por lo que generaba paros de línea. El exceso de inventario corresponde a más de 30 mil piezas de diferentes materiales lo que en pesos mexicanos se traduce como \$271,475.64, lo cual era una inversión innecesaria ya que era algo que se requería, pero no era necesario contar con ello.

Se tomaron algunas decisiones con el equipo para decidir qué hacer con el material sobrante, para que no se desperdiciara. Así que de esta manera se llegó a la conclusión de asignar un lugar provisional en el cual se tendría que dejar el material sobrante para que los seguidores que surten el material a las líneas de producción se lo fueran llevando, esto para disminuir el sobre inventario y así, solo dejar el nivel necesario de los materiales en ubicación. Así como se muestra en las siguientes imágenes 8 y 9.



Ilustración 8 Material sobrante (Rejillas).

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 9 Material sobrante (polifoam y bolsas).*

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio se comprueba la hipótesis establecida en la investigación H1: El control de máximos y mínimos mejorará el control de inventarios de empaques de la empresa KOSTAL MEXICANA S.A DE C.V. En este sentido, se comprueba que el control de máximos y mínimos mejorará los inventarios de empaques de la empresa KOSTAL MEXICANA S.A DE C.V. Por lo tanto, se acepta la hipótesis H1

### **Reacomodo del almacén de empaque.**

Al conocer los materiales y los niveles necesarios se procedió al reacomodo de todo el almacén de empaque, desde el área de empaque plástico (contenedores

y blíster) hasta el empaque desechable. Todo esto basándonos en los Lay Out (estructura y diseño) en donde se determinaron ya los espacios necesarios dependiendo el tipo de empaque (alto, medio y bajo consumo). Como ya se mencionó anteriormente se retiraron todos los materiales obsoletos, se retiró todo el material sobrante y se le asignaron los espacios necesarios a los materiales de alto consumo que tenían problemas de desabasto.

Así mismo se realizó un diseño general del almacén de empaque en donde se consideró ubicar todos los materiales en una misma área para evitar el problema de los recorridos innecesarios que se tenían con anterioridad, creando un flujo, en el cual los seguidores tomaran una sola ruta para la recolección de materiales, lo que generó una mejora tanto ergonómica como en disminución en el tiempo de pickeo. Se puede observar en la ilustración 10 del Lay Out (estructura y diseño) de antes y en la ilustración 11 del después, con el nuevo rediseño del almacén de empaque.

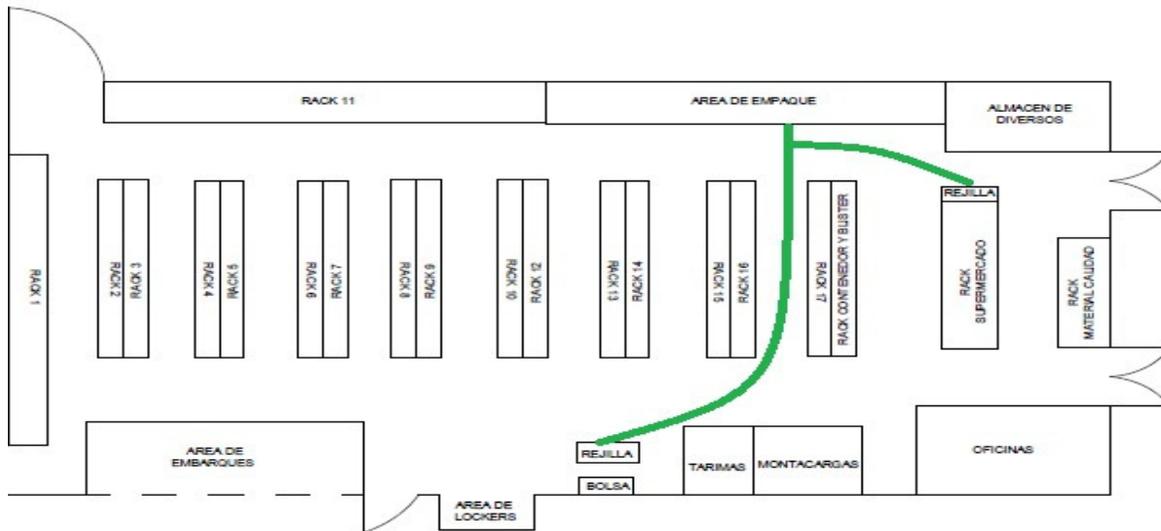


Ilustración 10 El antes del Lay Out (estructura y diseño) del almacén.

Fuente: Elaboración propia.

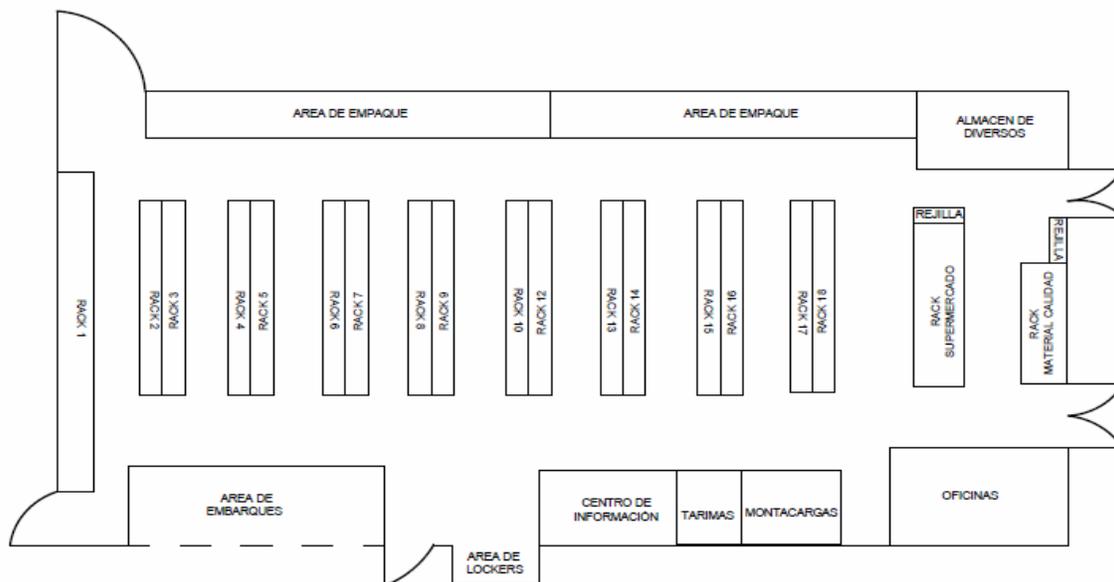


Ilustración 11 Rediseño del Lay Out (estructura y diseño) del almacén de empaque

Fuente: Elaboración propia.

### **Reacomodo del Empaque retornable (blíster, contenedores).**

Los contenedores y blíster no contaban con un estándar de ubicaciones, por lo que se podían colocar en cualquier espacio que se encontrara disponible y este estaba mezclado con materia prima de las líneas de producción, por lo que podemos observar en la siguiente ilustración 12, un desorden visual, lo que dificultaba la búsqueda de algún material solicitado ya que no contaba con alguna identificación y así mismo se dificultaba la realización del inventario diario, al momento de hacer el requerimiento del día siguiente ya que se podía tener en varias ubicaciones el mismo material.

Así mismo al hacer el reacomodo de acuerdo con el Lay Out (estructura y diseño), se puede observar en la ilustración 13, que el blíster y contenedores están en una ubicación estándar.



Ilustración 12 Material sin ubicación.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 13 Reacomodo del material de empaque (blíster y contenedores)

Fuente: Elaboración propia.

#### Reacomodo del empaque desechable

En el reacomodo del material desechable se tomó la decisión de desechar dos racks (Elemento de almacenaje), donde se almacenaba rejilla, así como se muestran en la imagen 14, ya que estos ocupaban mucho espacio en el almacén y no tenían mucha capacidad de almacenaje al ser demasiado viejos e innecesarios debido a que la mayoría de los materiales almacenados eran excesos.

Por lo que en su lugar se optó por comprar un rack (Elemento de almacenaje) nuevo en donde se pudieran acomodar los materiales. Así como se muestra en siguiente ilustración 15.



Ilustración 14 Antes, rack (Elemento de almacenaje) de las rejillas.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 15 Nuevo rack (Elemento de almacenaje) de las rejillas.

Fuente: Elaboración propia.

### **Reacomodo de bolsas.**

En el reacomodo de bolsas anteriormente se contaba con un anaquel (implemento que se requiere para posicionar los artículos) en donde se almacenaba la bolsa que se utilizan en las líneas de producción, así como se muestra en ilustración 16, pero al igual que todos los materiales, no se contaba con un control, por lo que se tenía en exceso. Es por ello por lo que con el cálculo de los máximos y mínimos se determinó en eliminar este anaquel ya que las cantidades requeridas cabían perfectamente en una ubicación de otro rack (elemento de almacenaje) que se encontraba libre, así como se puede observar en la ilustración 17, En el espacio número 9.



Ilustración 16 Anaquel de la bolsa.

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 17 Rack (elemento de almacenaje).

Fuente: Elaboración propia.

### **Etiquetado de ubicaciones**

Ya realizado el acomodo de materiales, se hizo el proceso de etiquetado, en el cual se identificó cada una de las ubicaciones en los racks (elemento de almacenaje), así mismo se le asignó un número diferente a cada rack (elemento de almacenaje), para facilitar su identificación, todo esto basado en los Lay Out previamente realizados. El etiquetado se hizo en todos los racks (elemento de almacenaje), así como se muestra en la siguiente ilustración 18

Ejemplo:

01-02-03

- 01- Indica el número de rack (elemento de almacenaje) en el cual se encuentra la ubicación
- 02- Indica el nivel en el cual se encuentra la ubicación
- 03- Indica la ubicación o espacio en el que se encuentra el material



Ilustración 18 Rack etiquetado (rejillas).

Fuente: Elaboración propia.

Al igual, se realizaron unas listas de todos los materiales vigentes con su respectiva ubicación, las cuales fueron pegadas en un área dentro del almacén de empaque, para que las personas que buscaran un material lo pudieran encontrar con mayor facilidad. Así como se muestra en la figura 14.

MATERIAL ALTO CONSUMO			
Número de parte	Ubicación	Descripción	Proveedor
10325966	01-01-01	DIVIDER 540X 340X 100 28 ST	CORRUGADOS ESPECIALIZADOS, S.A. DE C.V.
12081502	01-02-01	DIVIDER F.10175180... 535X 515X 76 16 ST	CORRUGADOS ESPECIALIZADOS, S.A. DE C.V.
10320156	01-03-01	DIVIDER 534X 336X 54 88 ST	MANUFACTURERA MOLINA SA DE CV
10034261	01-04-01	REJILLA 440X 280X 52, 20 CAVIDADES	CORRUGADOS ESPECIALIZADOS, S.A. DE C.V.
10303034	01-01-02	DIVIDER F.10106883/4 341X 256X 56 80 ST	CORRUGADOS ESPECIALIZADOS, S.A. DE C.V.
10054301	01-02-02	DIVIDER 340X 238X 41 91 PC	MANUFACTURERA MOLINA SA DE CV
10032598	01-03-02	REJILLA 105 CAVIDADES 330X 238X32 MM	MANUFACTURERA MOLINA SA DE CV
10046067	01-04-02	REJILLA 80CAV. 330X 240X 45	MANUFACTURERA MOLINA SA DE CV
10069633	01-05-02	DIVIDER 536X 344X 68 28 PC	MANUFACTURERA MOLINA SA DE CV
10270977	01-06-02	TRENNER 540X 330X 60 20 ST	CORRUGADOS ESPECIALIZADOS, S.A. DE C.V.

Figura 14 Ubicaciones de los racks (elemento de almacenaje).

Fuente: Elaboración propia.

### Espacios libres.

Llevando a cabo las actividades anteriores se logró disminuir considerablemente el exceso de inventario con el que se contaba en el almacén y con ello se logró una reducción de las ubicaciones ocupadas dejando así diversas áreas libres para futuros materiales que se vayan a requerir en las líneas de producción, o para cubrir incrementos en la demanda.

En total se logró un ahorro de 22.03 m<sup>3</sup> en ubicaciones dentro de los racks (elemento de almacenaje), lo que equivale a 19 ubicaciones liberadas para futuros materiales que se introduzcan a el almacén. De esta manera, con la eliminación de los racks (elemento de almacenaje) de rejilla, véase la siguiente ilustración 19 de

los racks que se eliminaron se liberó un total de 14 m<sup>2</sup> en donde ahora es el centro de información, véase la siguiente ilustración, del centro de información 20.

**Antes**



Ilustración 19 Rack (elemento de almacenaje) de rejillas.

Fuente: Elaboración propia.

Después



Ilustración 20 Centro de información.

Fuente: Elaboración propia.

Calculadora del almacén de empaque.

Por consiguiente, se propuso el desarrollo de un formato en Excel, el cual es un archivo de consulta de empaque con la cual podemos conocer los materiales de empaque que utiliza una línea, así como su rate (piezas de producción por hora) y cuantas cajas llega a producir por hora, así mismo funciona como una calculadora, que al indicarle una línea, cuantos turnos trabajara y con cuántas líneas de producción arrojando el requerimiento que se debe tener para cubrir la demanda así como un máximo y mínimo de material que hay que solicitar a proveedor para no generar un sobre inventario o en el peor de los casos llegar a parar líneas por falta del mismo.

Dicho formato fue utilizado por las personas que se quedarían a cargo del almacén de empaques, indicando que este les era de gran ayuda, ya que anteriormente para conocer que materiales requería cada línea, tenían que ir a piso de producción y verificar línea por línea que materiales utilizaban lo que representaba una pérdida de tiempo.

Este formato se alimenta de la base de datos que se desarrolla al inicio del proyecto. El formato lo podemos observar en la siguiente figura 15.



Figura 15 Calculadora del almacén de empaque.

Fuente: Elaboración propia.

Propuesta de mejora dentro del proyecto en el almacén de empaque.

Capacitación a personal

Una mejora implementada dentro de este proyecto fue escoger y asignar a varias personas las cuales debían aprender sobre el área de diversos (es el encargado de solicitar el empaque), para que, de esta manera, no dependiera solo de una persona y en caso de que esta faltara, alguien pudiera suplirla.

Por lo que se optó por desarrollar una capacitación mediante unas diapositivas y ejemplos prácticos en los cuales se les enseñaban los conceptos y como es que funcionaria el área de diversos ya con las mejoras implementadas para que así pudieran ejecutar los archivos elaborados y poder tener en control los inventarios. Véase la siguiente ilustración 21.

Dichas diapositivas se guardaron en la nube de la empresa para poder capacitar a otro personal en un futuro o cuantas veces sea necesario.



Ilustración 21 Capacitación a empleados.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados obtenidos se comprueba la hipótesis H2 que señala que el control de máximos y mínimos por la máster calculada se tendrá un mejor control de los inventarios de la empresa KOSTAL MEXICANA S.A DE C.V. Por lo que, se acepta la H2.

## CONCLUSIONES

Uno de los principales hallazgos que se obtuvieron en la presente investigación se enfoca en el empleo de máximos y mínimos para el control de inventarios en la empresa KOSTAL Acámbaro.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el cálculo de máximos y mínimos se hizo una base de datos de todas las versiones de las cuales se registraron 6,244 versiones de los diferentes materiales (rejillas, polifoam, burbuja, cajas, tapas), las cuales se encontraban obsoletas 2,428 versiones. Por otro lado, se clasificaron de acuerdo con su demanda, así que, de esta manera, solo se utilizan 1,264 versiones de serie y 2,554 versiones de refacciones. Así mismo, al realizar la limpieza dentro del almacén, se encontraron 34 números de parte de diferentes materiales, los cuales ya se encontraban obsoletos, lo que representaba 73,564 pesos invertidos en inventario muerto.

Por otro lado, al realizar el cálculo de máximos y mínimos (Zúñiga & Icker, 2019), se determinó que se tenían más de 30 mil piezas de exceso de los diferentes materiales, de las cuales se registró un sobre inventario de una inversión innecesaria con un total de \$271,475.64 pesos mexicanos.

Así mismo, se realizó un diseño general del almacén de empaque en donde se consideró ubicar todos los materiales en una misma área para evitar el problema de los recorridos innecesarios que se tenían con anterioridad, creando un flujo, en el cual los seguidores tomaran una sola ruta para la recolección de materiales, lo que generó una mejora tanto ergonómica como en disminución en el tiempo de pickeo. (Freivalds & Niebel, 2009).

El proyecto presenta el proceso de etiquetado, en el cual se identificó cada una de las ubicaciones en los racks (elemento de almacenaje), así mismo se le asignó un número diferente a cada rack (elemento de almacenaje), para facilitar su identificación (Rubí, 2020), todo esto basado en los Lay Out previamente realizados (Zúñiga & Icker, 2019).

Algunos de los beneficios que obtuvimos en este proyecto radica en lograr disminuir considerablemente el exceso de inventario (Navarrete, 2019) con el que se contaba en el almacén. Con ello, se logró, una reducción de las ubicaciones ocupadas dejando así diversas áreas libres para futuros materiales que se vayan a requerir en las líneas de producción, o para cubrir incrementos en la demanda.

Para ello se propuso y diseñó una calculadora de empaque que sirve como consulta de empaque con la cual podemos conocer los materiales de empaque que

utiliza una línea, así como un máximo y mínimo de material que hay que solicitar a proveedor para no generar un sobre inventario (Parrales & Bustos, 2022).

El proyecto representa datos relevantes, en los cuales se hizo una propuesta de mejora, la cual consiste en, capacitaciones al personal de almacén, para que aprendan cómo funciona el área, así mismo cómo funciona el archivo hecho para el control del inventario (Serna, González, & Aristizabal, 2019) mediante máximos y mínimos.

De esta manera podemos concluir que el manejo de los máximos y mínimos dentro del sector industrial contribuye a tener un mejor control de los inventarios, debido a que esto ayuda a favorecer espacios y a tener una mejor organización y evitar que se tengan paros de línea por falta de material, también evita tener demasiados stocks de materiales (Rinco, 2020).

## REFERENCIAS

- Chen, C., & Monahan, G. (2010). Environmental safety stock: The impacts of regulatory and voluntary control policies on production planning, inventory control, and environmental performance. *European Journal of Operational Research*, Vol 207, Issue 3, pp. 1280-1292. Doi: 10.1016/j.ejor.2010.06.028.
- Lukinskiy, V., Lukinskiy, V., & Sokolov, B. (2020). Control of inventory dynamics: A survey of special cases for products with low demand. *Annual Reviews in Control*, Vol. 49, 2020, pp. 306-320. Doi: 10.1016/j.arcontrol.2020.04.005.
- AL-Khazraji, H., Cole, C., & Guo, W. (2017). Dynamics analysis of a production-inventory control system with two pipelines feedback. *Kybernetes*, Vol. 46 Issue: 10, pp.1632-1653, Doi: 10.1108/K-04-2017-0122.
- Adetun, M. S. (2019).
- Ardila, J. J. (2020). DISEÑO DEL SISTEMAS DE SEGUIMIENTO DE CONTROL EN MÁXIMOS Y MÍNIMOS PARA EL INVENTARIO DEL ALMACÉN DECOWRAPPS-GEOPAK,.
- AZÚA, P. S. (2020). MANEJO DE MATERIALES Y PROCESO INDUSTRIALES.
- Durán, Y. (2019). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas *Visión Gerencial*, .

- EBOOKS, I. (2020). Inventory control using ABC and min-max analysis on retail management information system.
- EE, T. A. (2019). A one-vendor multi-buyer integrated inventory model.
- Gurumurthy, A. (2022). Quantitative Methods and Operations Management (QM and OM) Area, Indian Institute of Management Kozhikode (IIMK), Kozhikode, India. . 1-19.
- Gurumurthy, A. (2022). Quantitative Methods and Operations Management (QM and OM) Indian Vol. 9 NO.1-19, doi:. Institute of Management Kozhikode (IIMK), Kozhikode, India., 1-19.
- Gurumurthy, A., Nair, V., & Vinodh, S. (2022). Application of a hybrid selective inventory control technique in a hospital: a precursor for inventory reduction through lean thinking. *The TQM Journal*, pp. 1-19, Doi: 10.1108/TQM-06-2020-0123.
- Harrington, T., Lambert, D., & Vance, M. (1990). Implementing an Effective Inventory Management System. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 20 No. 9, pp. 17-23. Doi: 10.1108/EUM00000000000376.
- Huthaifa AL-Khazraji, C. C. (2017). "Dynamics analysis of a production-inventory.
- J. E. Díaz Camejo, O. D. (2019). Política de inventarios máximos y mínimos en cadenas de suministro multinivel.

- Jaipuria, S., & Mahapatra, S. (2019). A study on behaviour of bullwhip effect in (R, S) inventory control system considering DWT-MGGP demand forecasting model. *Journal of Modelling in Management*, Doi: 10.1108/JM2-04-2018-0053.
- Johansen, S. (2020). The Markov model for base-stock control of an inventory system with Poisson demand, non-crossing lead times and lost sales. *International Journal of Production Economics* , Doi: 10.1016/j.ijpe.2020.107913.
- Moreno, J. L. (2021). Rediseño del sistema de administración de inventarios en una empresa comercializadora de productos de limpieza en México.
- Navarrete, K. J. (2019). propuesta de modelo de gerstion de inventario para la empresa Almadulce.
- Parrales, B. y. (2022). Modelo de gestión de inventarios a través de mínimos y máximos en la empresa comercial “Muebles Chabelita.
- Peña-Zúñiga, I. R. (2019). Organización de la bodega de repuestos y realización de inventarios máximos y mínimos. .
- Rubí, S. A. (2020). Materials Flow Accounting as biophysical complement of national macroeconomic accounting.
- Selçuk, B. (2013). An adaptive base stock policy for repairable item inventory control. *International Journal of Production Economics*, Vol 143, Issue 2, pp. 304-315. Doi: 10.1016/j.ijpe.2012.01.011.

Sebatjane, M., & Adetunji, O. (2020). Three-echelon supply chain inventory model for growing items. *Journal of Modelling in Management*, Vol. 15 No. 2, pp. 567-587. Doi: 10.1108/JM2-05-2019-0110.

Shamsuddoha, M. (2015). Integrated Supply Chain Model for Sustainable Manufacturing: A System Dynamics Approach. En *Sustaining Competitive Advantage Via Business Intelligence, Knowledge Management, and System Dynamics (Advances in Business Marketing and Purchasing, Vol. 22B)* (págs. pp. 155-399. Doi: 10.1108/S1069-09642015000022B003). Emerald Group Publishing Limited, Bingley, .

Vásquez, E. J. (2019). *Gestión de materiales*.

Verde, E. F. (2020). Modelo de gestion de inventario para reabastecimiento de envasado en una industria alimenticia.

Vigo, J. E. (2019). 2019 “EL SISTEMA DE CONTROL INTERNO DEL ALMACÉN Y LA GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LA CONSTRUCTORA PAROBA S.A.C.

Yosman Valderrama, L. C. (2019). Control de materiales como herramienta de gestión de costos en empresas manufactureras.

.....

Freivalds, A., & Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12a. ed. --.). México D. F.: McGraw-Hill.

Sipper, D., Bulfin, R. L., & Osuna, M. G. (1999). Planeación y control de la producción. McGraw-Hill Education.

Contreras, V. A., & Cota, G. E. (2007). Manual de Lean Manufacturing. Guía básica (3.a ed.). Limusa.

Matías, J. C. H., & Idoipe, A. V. (2013). Lean manufacturing. Concepto, técnicas e implantación. Escuela de organización industrial

Jones, D. T., & Womack, J. P. (1996). Lean Thinking. Gestión 2000. Liker, J. (2004). Las Claves del Éxito de Toyota. McGraw-Hill.

Mora, B. & Tobar, J. & José A. (2012). Comparación y análisis de algunos sistemas de control de la producción tipo "pull", mediante simulación. Scientia Et Technica.

Salas., H.. (2017). Inventarios manejo y control. ECOE. Dennis P. (2002). Lean production simplified. CRC Press.

Sunil C., Peter M. (2008), Administración de la cadena de Suministro, Estrategia, Planeación y operación. Pearson

Anderson D., & Carmichael A. (2016), Kanban esencial condensado. Lean Kanban University.

Carro, P. R., (2013)- Gestión de stocks. Apunte de estudio

## **FUENTES ELECTRÓNICAS**

Ceupe, B. (2020). ¿Qué son los flujos de materiales? Del sitio web:

<https://www.ceupe.com/blog/que-son-los-flujos-de-materiales.html>

SAP H. (2020, 15 octubre). SAP MODULO MM. Del sitio web:

<https://saps4hanainfo.com/sap-mm-que-es-y-como-funciona>

Sap L. (2020). ¿Qué es SAP? SAP. Latinoamérica del sitio web: <https://www.sap.com/latinamerica/about/company/what-is-sap.html>

Roberto C. (2013). Administración de las operaciones y gestión de stocks. Facultad de ciencias económicas y Sociales. Universidad Nacional del mar del Plata.

Del sitio web:<http://nulan.mdp.edu.ar>

Montero., J. (2018) Identificación y Reorganización de almacén. Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. Del sitio web:  
<http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/377/1/8585.pdf>

MHI. (2020). Asociacion del manejo de materiales. <https://www.mhi.org/about/es>

Durán, Y., (2012). Administración del inventario: elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545892008>.