

UNIVERSIDAD TECNICA NACIONAL

SEDE CENTRAL

LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN PROCESOS Y CALIDAD

**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE BODEGA DE PURDY
MOTOR S. A., MEDIANTE HERRAMIENTAS DE OPTIMIZACIÓN, DURANTE EL
PERIODO 2020-2021**

ESTUDIANTES:

HERRERA ALFARO CAROLINA

OBANDO AMADOR MARÍA FERNANDA

AÑO 2022

Dedicatoria

Este proyecto de graduación va dedicado primeramente a nuestros padres, quienes siempre nos han apoyado día con día en esta etapa universitaria y han sido la guía y camino para poder llegar a este punto de nuestra carrera.

También, queremos dedicarlo a nuestros hermanos y colegas, quienes nos han apoyado durante este proceso de crecimiento para culminar nuestro desarrollo como estudiantes de Ingeniería en Procesos y Calidad.

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Universidad Técnica Nacional por brindarnos la oportunidad de poder estudiar en esta institución y enriquecernos en conocimiento, brindándonos las herramientas necesarias para desarrollarnos en el ámbito laboral.

También, a nuestros profesores de carrera, quienes nos han brindado sus conocimientos durante estos años de estudio, siendo una guía para poder llegar a esta etapa final.

Además, agradecemos a nuestros familiares y a todos los involucrados que de alguna manera formaron parte de este proyecto.

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 TÍTULO	12
1.2 PROBLEMA.....	12
1.3 JUSTIFICACIÓN	13
1.4 ESTADO DE LA CUESTIÓN	16
1.5 OBJETIVOS	18
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2. MARCO REFERENCIAL	20
2.1 MARCO DE ANTECEDENTES	20
2.1.1 Historia de Purdy Motor.....	20
2.1.2 Historia de Toyota	20
2.1.2.1 Principios v4L.....	21
2.2 MARCO TEÓRICO.....	23
2.2.1 Productividad	23
2.2.2 Inventario	26
2.2.3 Bodegas	30
2.2.4 Herramientas Japonesas	34
2.2.5 Herramientas de Productividad	43
2.2.6 Métodos de valoración de inventarios.....	44
2.2.7 Automatización de bodega	45
2.2.8 Manejo de tiempos	58
2.2.9 Diagrama de <i>Espagueti</i>	60
3. METODOLOGÍA	63
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	63
3.2 DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO.....	64
3.2.1 Población de estudio.....	64
3.2.3 Variables o unidades de estudio	65
3.3 SELECCIÓN DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	66
3.4 PERSONAS PARTICIPANTES EN EL PROCESO	67
3.5 PROCEDIMIENTOS.....	68

3.6 ANÁLISIS DE DATOS.....	71
4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	74
4.1 DIAGNÓSTICO	74
4.1.1 Diagnóstico de la situación actual de los procesos de bodega	74
4.1.2 Estudio de la rotación de los repuestos	75
4.1.3 Mapa de Calor	77
4.1.4 Estudio de la ubicación de los repuestos, según su rotación y tamaño.....	79
4.1.5 Toma de tiempos del proceso de <i>picking</i>	87
4.1.6 Datos históricos de productividad	99
4.1.7 Formularios	102
4.2 DISEÑO	103
4.2.1. Descripción de Primer Propuesta de Mejora-Reubicación de repuestos según su rotación actual.....	103
4.2.2 Descripción de Segunda Propuesta de Mejora-Capacitación Continua.....	112
4.2.3 Descripción de Tercera Propuesta de Mejora-Implementación del uso de un <i>scotter</i> Zallys para el proceso de guardado y <i>picking</i> de repuestos.....	117
4.3 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	122
4.3.1 Plan de implementación de la propuesta de mejora 1	122
4.3.2 Plan de implementación de la propuesta de mejora 2	125
4.3.3 Plan de implementación de la propuesta de mejora 3	127
4.4 ANÁLISIS FINANCIERO	128
4.4.1 Inversión inicial.....	128
4.4.2 Costos fijos	129
4.4.3 Costo Totales	131
4.3.4 Costo Beneficio.....	132
5. CONCLUSIONES Y RECOMEDANACIONES.....	138
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	157

Índice de Imágenes

Figura 1. Productividad Global.....	13
Figura 2. Reporte de Rotación.....	76
Figura 3. Mapa de Calor Nivel 1.....	78
Figura 4. Mapa de Calor Nivel 2.....	79
Figura 5. Primera planta, piezas grandes, ubicaciones T, en la bodega de repuestos Ciudad Toyota 1.....	80
Figura 6. Planta alta, piezas medianas, Ubicaciones J, en la bodega de repuestos Ciudad Toyota 1.....	81
Figura 7. Planta alta, piezas pequeñas, ubicaciones K, en la bodega de repuestos Ciudad Toyota 1.	82
Figura 8. Planta alta, piezas grandes, ubicaciones S, en la bodega de repuestos Ciudad Toyota 1.....	83
Figura 9. Planta alta, piezas grandes, ubicaciones U, en la bodega de repuestos Ciudad Toyota 1.....	84
Figura 10. Resultado porcentual de la toma de tiempos en una muestra de 68 órdenes.	98
Figura 11. Productividad Global de la Bodega de Repuestos de Purdy Motor.	101
Figura 13. Zallys S2, Vehículo Remolcador para Industria	118
Figura 14. Zallys S2, Vehículo Remolcador para Industria	119
Figura 15. Dimensiones Modelo Zallys S2, Vehículo Remolcador para Industria.....	120

Índice de Tablas

Tabla 1. Población de estudio.	65
Tabla 2. Procedimientos.	68
Tabla 3. Herramientas de recolección de datos.	71
Tabla 4. Rangos ICC Id.	75
Tabla 5. Distribución de Rotación.	77
Tabla 6. Distribución actual.	84
Tabla 7. Resultado de la toma de tiempo en una muestra de 68 órdenes.	89
Tabla 8. Formulario para toma de tiempos y distancia.	102
Tabla 9. Distribución propuesta.	104
Tabla 10. Distribución actual vs propuesta.	107
Tabla 11. Cálculo de Costos Iniciales Primer Propuesta.	111
Tabla 12. Costos Totales Primer Propuesta.	112
Tabla 13. Costos Capacitación Anual a Bodeguero Junior y Bodeguero.	114
Tabla 14. Costos Capacitación Anual a Bodeguero Senior.	116
Tabla 15. Costos Totales Primer Propuesta.	117
Tabla 16. Costos Iniciales Tercera Propuesta.	121
Tabla 17. Costos Iniciales Tercera Propuesta.	122
Tabla 18. Plan de implementación de la propuesta de mejora 1.	122
Tabla 19. Tiempo de implementación de la propuesta de mejora 1.	124
Tabla 20. Plan de implementación de la propuesta de mejora 2- Bodeguero y Bodeguero Jr.	125
Tabla 21. Plan de implementación de la propuesta de mejora 2- Bodeguero y Bodeguero Jr.	126
Tabla 22. Plan de implementación de la propuesta de mejora 2.	127
Tabla 23. Inversión Inicial.	129

Tabla 24. Costos Fijos.....	131
Tabla 25. Costos Totales.....	132
Tabla 26. Resumen toma de tiempos propuesta.....	132
Tabla 27. Ahorro Propuesta Ubicaciones.....	133
Tabla 28. Beneficio Propuesta Ubicaciones.....	133
Tabla 29. Cálculo Tasa Interna de Retorno.....	134
Tabla 30. Aumento de la productividad Global.....	135
Tabla 31. Aumento de la productividad Global.....	136

Índice de Anexos

Anexo 1. Croquis de la Bodega Nivel 1.....	142
Anexo 2. Croquis de la Bodega Nivel 2.....	143
Anexo 3. Propuesta de Ubicaciones.....	144
Anexo 4. Examen #1.....	147
Anexo 5. Examen #2.....	149
Anexo 6. Examen #3.....	151
Anexo 7. Matriz de Control de entrenamientos Bodeguero Junior.....	153
Anexo 8. Matriz de Control de entrenamientos Bodeguero.....	154
Anexo 9. Matriz de Control de entrenamientos Bodeguero Senior.....	155
Anexo 10. Diagrama de Flujo del proceso de <i>picking</i>	156

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación consiste en el desarrollo del análisis de la productividad en el área de bodega de Purdy Motor S. A., ubicada en Ciudad Toyota, La Uruca.

La empresa cuenta con un inventario de repuestos de las siguientes marcas: Toyota, Daihatsu, Lexus e Hino. De acuerdo con las marcas mencionadas anteriormente, se mantiene un inventario robusto, sin embargo, si no se cuenta con la pieza requerida, se ofrece el servicio por medio de pedido especial a la fábrica, con la finalidad de suplir la necesidad de cada cliente Purdy.

La empresa cuenta con sucursales en la mayoría del territorio nacional, ubicadas en: La Uruca, Paseo Colón, Curridabat, Zapote, Pérez Zeledón, Alajuela, Liberia, Grecia, San Carlos, Escazú y Tibás, lo que le permite al cliente acercarse a la sucursal más cercana a su localidad, sin tener que desplazarse a la Gran Área Metropolitana.

Purdy Motor S. A. ofrece los siguientes servicios a sus clientes y público en general: venta de vehículos usados y nuevos, taller mecánico, taller de pintura y carrocería, y venta de accesorios y repuestos.

Tal como se menciona en su página de LinkedIn, gracias al compromiso de protección y respaldo que brinda la empresa, adicional de lo que se ha mencionado anteriormente, convierte a Purdy Motor S. A. como la empresa líder del mercado automotriz costarricense.

Actualmente, la compañía presenta la necesidad de aumentar la productividad en el área de bodega, ya que su indicador promedio mensual es de 39,48 líneas por hora, y su meta es de 41,5 líneas por hora mensual, sin embargo, los datos históricos de los últimos 12 meses (marzo del 2019-marzo 2020), se cumplieron solo un 33,33 %, dichos datos históricos se detallarán en el problema de investigación.

El objetivo central es diseñar una propuesta para la mejora de la productividad, donde primeramente se identificará el flujo del proceso actual, con el fin de obtener el tiempo de respuesta en la búsqueda y entrega del repuesto; mediante herramientas de optimización.

Se realizarán estudios de tiempos, que abarquen los tiempos de duración del proceso de *picking* de los operadores de acuerdo con el tamaño del repuesto y su ubicación de almacenamiento, para identificar su productividad de operación.

1.1 TÍTULO

Incremento de la productividad en el área de bodega de Purdy Motor S. A., mediante herramientas de optimización, durante el periodo 2020-2021

1.2 PROBLEMA

La empresa Purdy Motor S. A. cuenta con una bodega de almacenamiento para el inventario de los repuestos de sus marcas: Toyota, Daihatsu, Lexus, Hino; esta bodega se encuentra ubicada en Ciudad Toyota, La Uruca, la cual cuenta con tres estantes de dos plantas cada uno, donde cada repuesto cuenta con una ubicación debidamente identificada.

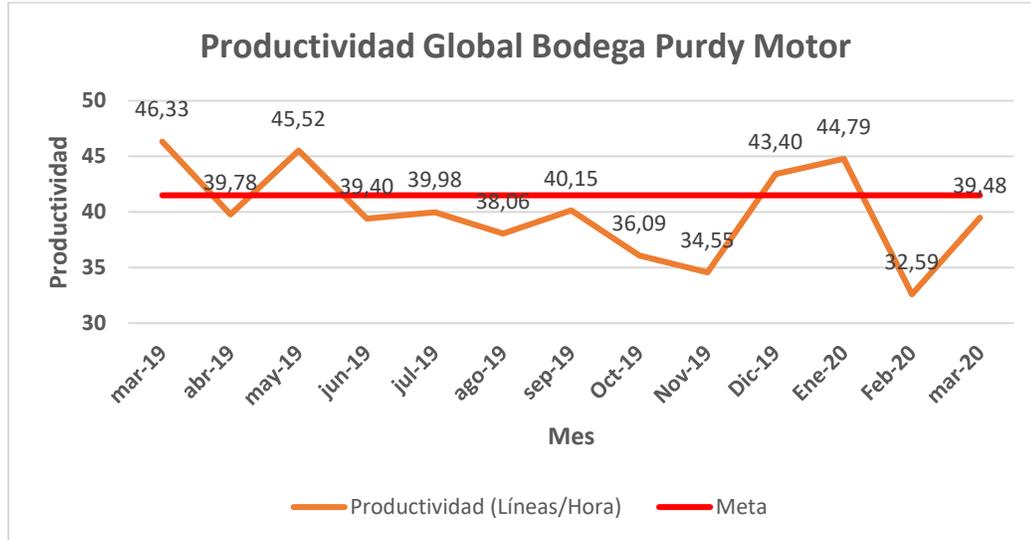
Como requisito de la marca Toyota todos los repuestos deben almacenarse según su tamaño, por lo que, actualmente, cada uno de los estantes se encuentra distribuidos de la siguiente manera:

Se dividen los repuestos en tres tamaños: grande, mediano y pequeño; por lo que una estantería de dos plantas solo posee repuestos de tamaño pequeño, la segunda de tamaño mediano y la tercera de tamaño grande.

Actualmente, la empresa cuenta con la necesidad de aumentar la productividad en los procesos que se realizan en la bodega, de tal manera que requiere encontrar la ubicación óptima de cada repuesto según su rotación y tamaño. La productividad global actual de la bodega es de 39,48 (líneas por hora) y la meta es de 41,5 líneas por hora mensual, según los datos históricos la meta se ha logrado cumplir durante el último año en un 33,33 % según se observa en la Figura 1:

Figura 1

Productividad Global



Nota: Datos obtenidos de Purdy Motor S. A., abril 2020.

Debido a que no se está cumpliendo con la meta mensual de productividad global en un 66,67 % de los meses de estudio, surgen las siguientes preguntas problema:

¿Los repuestos cuentan con una ubicación óptima según su rotación y tamaño?

¿Los repuestos deben de ser ubicados por marca o pueden combinarse las marcas?

¿Cuál es la ubicación óptima para los repuestos según su rotación y tamaño?

1.3 JUSTIFICACIÓN

El aumento de la productividad en una empresa representa un incremento en la rentabilidad y la competitividad de esta; lo cual se debe a que se ve una disminución en los costos, las mudas se ven

atacadas, existe una mejora en los métodos, de tal manera que se logran estandarizar los tiempos; y esto se puede ver reflejado directamente en la rentabilidad de la empresa.

Según la Revista de Ciencias Sociales v.14 n.1 Maracaibo abr. 2008, en el artículo Indicadores de rentabilidad: herramientas para la toma decisiones financieras en hoteles de categoría media ubicados en Maracaibo se concluye lo siguiente:

En las empresas es importante contar con indicadores financieros como herramienta para la toma de decisiones empresariales. La información empírica demostró que las empresas objeto de estudio fueron incrementando moderadamente su rentabilidad durante tres periodos económicos (2001-2003). Por ejemplo, con respecto a la rentabilidad económica, la mayoría de los hoteles pasaron de una rentabilidad que oscila entre el 1 % y 10 % en el año 2001, a una rentabilidad económica de entre el 11 % y el 20 % en el año 2002 y 2003; producto de las buenas decisiones tomadas en cuanto a la formulación e implementación de estrategias financieras, y a su vez, gracias al control de gestión basado en indicadores.

De acuerdo con el artículo presente la utilización de herramientas de calidad genera por defecto un aumento de productividad en un proceso, por ende, una mayor rentabilidad empresarial.

Realizando un estudio de la rotación de los repuestos, se logra identificar que una parte de los repuestos no se encuentra en la ubicación más óptima de acuerdo con su rotación, por lo que se encuentra una posible mejora para la distribución de los repuestos, puesto que disminuye el tiempo de búsqueda, la distancia y los movimientos para acceder a ellos; esto se ve directamente relacionado con el aumento de la productividad; debido a que, entre mayor cantidad de repuestos almacenados o recolectados en menor tiempo, mayor será la productividad.

La implementación de herramientas de automatización de inventarios se ve directamente reflejada en el aumento de productividad, debido a que estas herramientas tienen como finalidad obtener resultados en menos tiempo, automatizar y mejorar el proceso y obtener una mejor visibilidad del inventario por medio de procesos más eficientes de trazabilidad.

Con base en la información brindada por el encargado de la bodega de Purdy Motor, la productividad global, actualmente, es de 40,75 líneas por hora, lo cual representa un movimiento total de 346,38 líneas diarias, la meta de la compañía es de 41,5 líneas por hora, se espera llegar a esta meta con una propuesta para el aumento de la productividad; el cumplimiento de la meta significaría un aumento del movimiento a 352,75 líneas diarias, esto representa un aumento del 1,8 % en la productividad global. La empresa, actualmente, cuenta con 22 bodegueros, de tal manera que si se logra la meta, mencionada anteriormente, se espera que exista en promedio un movimiento de 16 líneas por hora por cada uno de ellos.

1.4 ESTADO DE LA CUESTIÓN

“La productividad es el motor fundamental del crecimiento en cualquier economía” (OCDE, 2015 citado por Mulder, Patiño y Monge, 2016, p. 4), donde evalúa en conjunto los recursos, el capital y el trabajo, además del desempeño.

“La mitad de las diferencias en los niveles y en las tasas de crecimiento entre los países es explicada por las diferencias en sus productividades” (Hall y Jones 1999 citado por Mulder, Patiño y Monge, 2016, p. 4), como sucede en países de alta natalidad como China e India, entre otros países.

De acuerdo con la alta población de dichos países con alta natalidad, la mano de obra es considerada de bajo costo, esto los convierte en líderes manufactureros, sin embargo, en Costa Rica la mano de obra se diferencia debido a su calidad de estandarización.

La productividad de Costa Rica es pequeña y dependiente del comercio internacional. “Desde mediados de los años ochenta, Costa Rica ha seguido un modelo de crecimiento basado en la promoción de las actividades nacionales de exportación y la atracción de inversión extranjera”. La productividad a nivel país según Beverinotti (2016) Monge-González (2016) (citado por Mulder, Patiño y Monge, 2016, p. 4) “muestra desde hace más de dos décadas un decrecimiento”, con una tendencia cambiante y dependiente a la productividad de los países líderes en tecnología y conocimiento tales como Japón y Estado Unidos de América. La tendencia mencionada con anterioridad a nivel país representa un gran reto en el desarrollo y crecimiento de la productividad.

El *McKinsey Global Institute* (MGI) (citado por Salas, 2018) clasifica los factores que afectan la productividad en tres grandes grupos:

1. **Grupo 1:** factores externos que se descomponen en: la complejidad de los proyectos, el lugar físico, entre otros.
2. **Grupo 2:** interés de gerencia y proveedores.
3. **Grupo 3:** falta de capacidades en la ejecución, la mano de obra no está lo suficientemente calificada, y no se invierte lo suficiente en digitalización e innovación.

Según menciona Salas (2018) algunas de las herramientas para medir la productividad son las siguientes:

- **Work Sampling:** el objetivo básico de este método es observar un proceso por un tiempo, y con las observaciones deducir que tan productivos son los colaboradores. Se debe realizar un análisis estadístico, para conocer la cantidad de observaciones necesarias que brinden un nivel de confianza aceptable, que asegure que la muestra representa a la población, de la cual se pueda concluir .
- **Five Minute Rating:** este método mide la productividad de cada trabajador por separado, dando como resultado un porcentaje de tiempo productivo, contributivo o no contributivo para cada uno. En este caso no es necesario realizar un análisis estadístico, y las observaciones se realizan durante un corto periodo de tiempo
- **Crew Balance:** este método se representa como un gráfico de barras verticales donde se tiene en el eje vertical un porcentaje de tiempo y en el horizontal el recurso utilizado (mano de obra o equipo). La importancia de esta herramienta es que muestra de forma más detallada cuáles actividades está desarrollando cada trabajador por separado, y la cantidad de tiempo que le dedica. De este modo es posible realizar un reajuste al tamaño del equipo, conociendo la actividad productiva, por parte de cada colaborador

- **SINA (Sistema de Información de Niveles de Actividad):** este método se basa en una observación general de todas las actividades en la obra y mide el nivel de actividad de un proyecto. Esta clasifica el tiempo dedicado al trabajo en tres, Tiempo Productivo, Tiempo de Soporte y Tiempo Perdido.

Según Viela (2013) una forma sencilla de calcular la productividad en un almacén, en un periodo de tiempo definido, es dividir el número de unidades correctamente expedidas, ya sean pedidos, unidades, cajas, entre otros, según cada almacén, entre los costes totales.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Plantear propuestas de mejora para incrementar la productividad en el área de bodega de repuestos de Purdy Motor S. A., mediante herramientas de optimización, en el periodo 2020-2021.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.5.2.1 Realizar un diagnóstico de la operación actual para identificar los puntos de mejora.

1.5.2.2 Analizar los indicadores de los procesos en la bodega, para conocer su comportamiento durante el tiempo.

1.5.2.3 Diseñar una propuesta de mejora basada en el diagnóstico de la situación actual para el aumento de productividad en el área de bodega.

1.5.2.4 Establecer el plan de implementación de la propuesta de mejora en el área de bodega.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO DE ANTECEDENTES

2.1.1 Historia de Purdy Motor

La empresa se fundó el 8 de enero de 1957 con tres socios iniciales Xavier Quirós Oreamuno, su hermano Juan Manuel Quirós y la empresa H.T. Purdy con un capital declarado de 45.000 colones. (Boccanera y Ross, 2008).

El inicio de Purdy Motor se da con la compra de dos Land Crusier importados desde Japón, la representación se la ofrecieron a H.T. Purdy Inc., ellos no parecían muy convencidos de la oferta de Toyota y fue Xavier Quirós, quién no tuvo dudas de lo prometedor que podría resultar incorporarse a la industria automotriz y no dejó pasar la oportunidad (Boccanera y Ross, 2008).

El nombre Purdy viene del apellido de un contratista estadounidense de nombre Henry Terry Purdy, ingeniero de profesión, quien conoció a Amadeo Quirós, padre de Xavier Quirós, y fue quién permitió el inicio de Purdy Motor.

Hoy en día cuenta con más de ocho sucursales en Costa Rica y una en el D.F. de Estados Unidos.

2.1.2 Historia de Toyota

Toyota Motor Corporation fue fundada en septiembre de 1933, bajo el nombre de Toyoda Automatic Loom, una empresa que decidió dividir sus funciones y abrir un nuevo departamento dedicado a la fabricación de automóviles a cargo del hijo del fundador, Kiichiro Toyoda (Toyota, 2020).

Toyota fue establecida oficialmente como una empresa independiente en 1937, para poder expandirse en el área automovilística (Toyota, 2020).

Asimismo, es una de las empresas fabricantes de vehículos más grandes de Japón y del mundo, que ha marcado el desarrollo del mercado automovilístico. Sin dudas, goza de la confianza, aceptación, liderazgo y fiabilidad de millones de usuarios en todo el mundo (Toyota, 2020).

En los últimos 20 años Toyota incrementó su presencia en Europa y América, y de manera masiva comenzó a levantar centros de servicio, venta, mantenimiento, fábricas y demás instalaciones centrales en varios países del mundo, desde Estados Unidos hasta Brasil, Inglaterra, Guatemala, entre otros (Toyota, 2020).

2.1.2.1 Principios v4L

Iyer, Seshadri y Vasher (2010) afirman que los principios de aprendizaje v4L se combinan a lo largo de todos los procesos de administración de la cadena de suministro Toyota para enfocarse en lo siguiente:

- La variedad: debe de ser equilibrada a las demandas del mercado y a la eficiencia de los operadores. Se debe de tener conciencia del impacto de la variedad en la demanda del mercado y sobre los costos de manufactura y de la cadena de suministro posibilita a todas las entidades localizadas a lo largo de esta a ser consideradas cuando se toman las decisiones con respecto de la variedad.
- La velocidad en los flujos de la cadena de suministro: un enfoque para mantener un flujo estable a través del sistema facilita que la planeación de capacidad esté sincronizada a lo largo de la cadena de suministro.
- La variabilidad: reducir la variabilidad posibilita que todos los flujos de la cadena de suministro operen con bajos niveles de inventario.

- La visibilidad de todos los procesos posibilita el aprendizaje y la retroalimentación continuos, garantizando así que la ejecución de los procesos se mantenga sincronizada con las realidades del mercado.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Productividad

“La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos)” (Carro y González, 2012).

En resumen, la productividad es la relación de salidas entre las entradas para, así, ver diferentes métodos de aplicación, por ejemplo, indicar de qué manera pueden mostrarse estas. Un principio fundamental de la productividad es producir eficiente y eficaz, no solo producir rápidamente, sino producir lo mejor posible, con base en la calidad.

Toda empresa ha de otorgar una atención especial al hecho de que su estrategia (la decisión de cómo quiere llegar a sus objetivos) sea eficaz, pues de ella dependerá su éxito, es decir, ha de tener una estrategia que pueda aplicarse eficientemente (Carro y González, 2012).

Si una empresa no cuenta con las diferentes metodologías de productividad y eficiencia no se podrán lograr objetivos y mucho menos alcanzar metas, ya que no se tiene un rumbo ni una dirección que seguir, esta idea se plantea de manera clara en Carro y González (2012): “No es fácil que una empresa sea productiva si no tiene, para empezar una estrategia clara, definida y compartida, una estructura concreta y un reparto de responsabilidades acorde con dicha estructura”.

Dentro de la productividad se contemplan dos componentes:

- Eficiencia: “Es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados” (Gutiérrez, 2010). Optimizando el uso de los recursos y buscando la minimización de desperdicios
- Eficacia: “Es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (Gutiérrez, 2010).

“Un dilema inevitable que aparece al considerar el concepto de productividad es el tratamiento de los insumos (fertilizantes, insecticidas, semillas, etc. en una empresa agrícola-ganadera, o partes y servicios comprados en una empresa industrial). Existen dos posibilidades: incluirlos dentro de las salidas y de las entradas, o no incluirlos. Por ello la productividad valorizada puede ser bruta o neta” (Carro y González, 2012).

Por lo cual debemos de analizar si los procesos de entrada de insumos se encontraran dentro del cálculo de productividad, dependiendo de cada compañía.

“Toda empresa ha otorgado una atención especial al hecho de su estrategia (la decisión de cómo quiere llegar a sus objetivos) sea eficaz, pues de ella depende su éxito, es decir, tener una estrategia que pueda ayudar eficientemente” (Carro y González, 2012). De esta manera, siempre teniendo una estrategia y plan dentro de la industria y realizándolo al pie de la letra y con la eficiencia y eficacia correspondiente, la empresa llegará a ser exitosa, siempre y cuando cada miembro tenga la claridad como ejecutarla.

Según Carro y González (2012) la medición de la productividad es, a veces, bastante directa, por ejemplo, cuando es medida como horas de mano de obra, por tono de un producto específico de acero, o según la energía necesaria para generar un kW de electricidad, pero, en muchos casos,

existen problemas de sustancias para llevar a cabo esta medición. Algunos de los problemas de medición son los siguientes:

1. La especificación del producto puede variar mientras que la cantidad de insumos y salidas permanece constante. Comparar un aparato de radio actual con uno antiguo. Ambas radios, pero solo unas cuantas pueden negar que la tecnología ha mejorado (Carro y González, 2012).
2. Los elementos externos pueden causar un crecimiento o disminución en la productividad por el cual el sistema puede no ser directamente responsable. Un servicio eléctrico más confiable puede mejorar de gran manera la producción, de ahí que la mejora en la productividad de la empresa se debata más en este sistema de soporte que las decisiones administrativas que se hayan tomado (Carro y González, 2012).

Por consiguiente, en el sector de servicios los problemas de medición anotados son delicados. Se observa, por ejemplo, los problemas de medición en un estudio jurídico donde cada caso es diferente. Cada asunto legal tendrá variación, lo cual altera la exactitud en la medición de "casos por hora de mano de obra" o "casos por empleado". Debido a estos problemas en la medición de la productividad dentro de este sector de servicios es difícil hacer un cálculo certero. Aun así, el administrador de la producción debe buscar la mejora en la productividad.

La correcta definición del sistema (del cual se considerarán las entradas y salidas) no es un problema de solución obvia. El sistema puede ser tan amplio o reducido como sea necesario o adecuado, incluso, puede ser una región del mundo, un país, un sector de la economía de un país, un grupo de industrias, una empresa determinada, un sector o subsector de la empresa, un factor de producción o cualquier otro.

Así se puede notar la gran cantidad de formas diferentes de medir la productividad y, también, la cantidad inmensa de industrias y trabajos donde la productividad siempre debe ser primordial y medida para alcanzar metas y mejorar día con día en relación con las diferentes formas de mejora y así llegar al éxito propuesto.

De igual manera, siempre, se debe estar al tanto de las tecnologías, para mejorar la productividad del área, se debe de medir la inversión de mejora y cuándo se logra obtener dicha inversión en un plazo aceptable por la compañía. Además, se debe tomar en cuenta que existen casos donde se puede automatizar un proceso, pero la demanda del producto o servicio no cubre dicha inversión, por lo cual no existe una rentabilidad.

2.2.2 Inventario

Como inicio de investigación corresponde mencionar la definición del término inventario según Waller y Esper (2017) como “propiedad personal tangible que se mantiene para la venta en el curso ordinario de negocios, que está en proceso de producción para la venta o bien, que se utiliza para consumirse en la producción actual”, por lo que este es la base de toda empresa que busca agilizar los materiales necesarios para no presentar procesos interrumpidos.

El inventario representa un papel fundamental en la contabilidad de la mercancía en la compañía, en donde la demanda define su tamaño y dicho éxito dependerá de su administración.

Según Bustos y Chacón (2007):

(...) los inventarios representan las existencias de recursos que las organizaciones usan para cumplir con sus objetivos. No obstante, tiene diferentes connotaciones según el tipo de organización de que se trate; así, por ejemplo, en las empresas comerciales los stocks se refieren a diversos artículos elaborados; en las empresas industriales tienen que ver con la

materia prima e insumos, los productos semi elaborados y los productos terminados; y en las empresas de servicios abarcan todos los suministros requeridos para la prestación del servicio. De ahí que las organizaciones se vean en la necesidad de utilizar un sistema de gestión de inventario que les permita la adecuada planificación y control de sus existencias.

Las organizaciones pueden contar con diferentes modelos para administrar los inventarios según el tipo de demanda a la que estén sujetos los diferentes artículos que los componen. Los modelos clásicos fueron desarrollados para tratar con demandas independientes de artículos, pero cuando las demandas dependen de las necesidades de otros artículos almacenados, surge la necesidad de aplicar modelos más complejos como el sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (*MRP*, por sus siglas en inglés). El *MRP* consiste en la planificación de las necesidades netas de los componentes que conforman un artículo determinado. Esta nueva técnica pretende subsanar las insuficiencias que presentaban los métodos clásicos para gestionar adecuadamente la demanda interna de inventarios (Bustos y Chacón, 2007).

Según Guerrero (2009), dentro de los componentes de un modelo de inventarios se pueden enumerar los siguientes:

- Costos: los costos de un sistema de inventarios pueden ser mantenimiento, por ordenar, penalización y otros variables.
- Demanda: es el número de unidades que se proyecta vender en un periodo futuro. En muchas ocasiones la demanda es mayor que la cantidad vendida por falta de inventario.
- Tiempo de anticipación: es el tiempo que transcurre entre el momento en que se coloca una orden de producción o compra y el instante en que se inicia la producción o se recibe la compra (p. 21).

2.2.2.1 Rotación de inventarios

Según Cruz (2017), la rotación del *stock* en la bodega de una empresa indica el número de veces que se renueva la mercancía en un periodo de tiempo establecido para su estudio y análisis. Por lo tanto, medir el tiempo que cada producto permanece en la bodega hasta su venta es un dato importante para la empresa, ya que no hay que olvidar que las existencias del almacén son inversión económica de la empresa que, cuanto antes rote, antes se recuperará. Además, la rotación de la mercancía en la bodega también avisa y prevé la posibilidad de cuáles productos se vuelven obsoletos.

2.2.2.2 Gestión de la Cadena de Suministros

Según el *Council of Logistics Management* citada por Waller y Esper (2017) se define como “la coordinación sistemática y estratégica de las funciones de negocio tradicional y las tácticas utilizadas a través de esas funciones de negocio, al interior de una empresa y entre las diferentes empresas de una cadena de suministros”. Actualmente, se ha creado una necesidad de estar un paso más allá de la coordinación esperada durante el flujo de entrada-proceso-salida, lo cual es producto de nuevas ideas generadas dentro de una organización, donde siempre se busca, primordialmente, la satisfacción esperada por los clientes.

La cadena de suministros contempla todas las actividades desde la materia prima hasta el consumidor, donde abarca la compra y selección de materiales y su almacenamiento, la programación de cuándo se iniciara la producción de acuerdo con las órdenes de la demanda, su almacenamiento posterior, el cual se considera un costo representativo, y es donde se busca una

mayor eficiencia al menor costo posible, pero siempre y cuando tomando en cuenta los estándares de calidad esperados por el cliente (Waller y Esper, 2017).

2.2.2.3 Análisis de Demanda

La demanda de un producto tangible o un servicio suele definirse por la cantidad de ventas físicas o monetarias, en un lugar específico en un lapso. Desde la vista del *Marketing*, demanda se puede definir como “Capacidad de reacción de un mercado potencial ante unos estímulos y esfuerzos de *Marketing* completos y limitadas por las condiciones actuales del entorno” (Talaya *et al.* 2008).

Según los autores Talaya *et al.* (2008), el análisis de la demanda cuenta con las siguientes dimensiones:

- Dimensión producto: estudia la posibilidad de agregar bienes y servicios para comercializar, dentro de esta dimensión se habla de la demanda de marca, de línea, de empresa y global.
- Dimensión del comprador: especifica los potenciales conjuntos de consumidores, base para la comprensión de la demanda individual, de segmento, de mercado y total.
- Dimensión espacial: reconoce las limitaciones estratégicas de territorios, dando origen a la demanda local, regional, nacional, internacional y global.
- Dimensión temporal: considera el tiempo como variable de análisis, se originan los conceptos de demanda de a corto, mediano y largo plazo.

“Los distintos aspectos de la demanda generan múltiples combinaciones que cada organización considera en función de sus objetivos estratégicos para el análisis de la situación del mercado” (Talaya *et al.*, 2008).

Un procedimiento para estimar la demanda de consumo es el análisis de regresión, esta herramienta, además, se utiliza para estimar las funciones de producción y costos. Para realizar la estimación, primeramente, se deben definir todos los factores que pueden afectar la demanda (Keat y Young, 2004).

Los tipos de datos utilizados en el análisis de regresión son el corte transversal y las series de tiempos. Los datos de corte transversal proporcionan información de variables para un periodo de tiempo y los datos de series de tiempo dan información acerca de variables sobre una cantidad de periodos (Keat y Young, 2004).

Según Keat y Young (2004), la fórmula para el cálculo de la regresión es la siguiente:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4$$

Donde:

Y: Cantidad de demanda

a: valor constante o intersección de Y

X: Variables

b: los coeficientes de las variables X

2.2.3 Bodegas

Una bodega o almacén pueden definirse como un espacio planificado para ubicar, mantener y manipular mercancías y materiales (Mora, 2011).

Las actividades principales que se desarrollan en el proceso de almacenamiento en bodegas son las siguientes: la recepción de los artículos, almacenamientos, preparación de pedidos y el despacho de los pedidos.

Actualmente, los centros de distribución son un factor clave de éxito para el control y reducción de los niveles de inventarios, el cual afecta la rentabilidad de sus organizaciones.

Según Mora (2011) algunos de los principios para la operación de un centro de distribución son los siguientes:

1. Los artículos de mayor rotación deben almacenarse cerca de la salida.
2. Artículos pesados deben almacenarse en el primer piso y cerca de las zonas de despacho.
3. Posiciones de almacenamiento de reserva cerca al área donde está la posición fija del mismo artículo.
4. Se debe utilizar la máxima capacidad del centro de distribución.
5. Facilidad de acceso del personal de operaciones y equipos de manejo de materiales.

Indica Saldarriaga (2019) que “la mayor complejidad en el centro de distribución la aportan la proliferación de productos, el síndrome de fin de mes y la intensidad de la preparación de pedidos”.

En un centro de distribución o bodega, normalmente, la recepción de productos o artículos se realiza en unidades de carga de dimensiones relativamente grandes, mientras que el despacho de los pedidos se hace, normalmente, mediante menor cantidad de unidades. Debido a esto los productos sufren gran cantidad de manipulaciones tanto en la recepción como en el despacho, por lo que la capacitación de los operadores es de suma importancia.

2.2.3.1 Seguridad en bodegas

El indicador clave de rendimiento (KPI por sus siglas en inglés) principal de la bodega de repuestos de la empresa Purdy Motor es la *seguridad*, por lo cual cada una de las operaciones realizadas en

la bodega debe de velar por la completa seguridad de cada uno de los operadores (Cortés, comunicación personal, 12 de junio del 2020).

La seguridad industrial se define como la rama de la medicina de trabajo que se encarga del reconocimiento, evaluación y control de los factores ambientales que puedan ocasionar enfermedades, accidentes o terminar con la vida de los trabajadores (López, 1999).

Para la mejora de la conciencia de la seguridad en la bodega se realizan las siguientes actividades según la Conferencia de Novoa (2017):

- Reuniones de seguridad periódicamente.
- Entrenamiento en predicción de peligros.
- Tener grupos o patrullas de seguridad.
- Tener una lista de sugerencias o precauciones para las actividades en zonas donde se puedan generar accidentes.

Con las debidas inspecciones en el área se pretende identificar diferentes peligros, como los relacionados con la estantería, con el propósito de realizar contramedidas para eliminar o disminuir el peligro (Novoa, 2017), debe de existir una hoja de verificación en la cual se llenen los datos de las verificaciones periódicas para asegurar la seguridad de cada uno de los operadores.

Adicional, para salvaguardar la seguridad de los trabajadores, debe de existir un equipo de protección personal (EPP) debidamente identificado, además debe existir una capacitación del correcto uso del equipo para todo el personal. Algunos de los EPP que se deben de utilizar en la bodega, según la actividad por realizar, son las siguientes: casco de protección, lentes de seguridad, zapatos de seguridad, guantes, entre otros (Novoa, 2017).

2.2.3.2 Principios del *Picking*

Picking es un término muy utilizado en las bodegas, el cual se puede definir como la recolección y preparación de los pedidos.

Algunas de las principales variables que pueden afectar el *picking* según Mauleon (2013) son las siguientes:

- Dimensiones del Producto: unidades, cajas, etc.
- Número de referencias en stock y en ventas.
- Número de pedidos al día.
- Número de líneas de pedido al día y por cada pedido.

Según Mauleon (2013) el *picking* cuenta con los siguientes principios:

1. Operatividad

Se debe tratar de alcanzar la máxima productividad del personal y el adecuado aprovisionamiento de las instalaciones. Basándose en lo siguiente:

- Minimización de grabaciones con una zonificación adecuada ABC de líneas de pedido.
- Mínimas manipulaciones conciliando las unidades de compra y distribución.

2. Calidad de servicio al cliente

El mismo se fundamenta en los siguientes elementos:

- Rotación del stock controlando el *FIFO* (primero en entrar, primero en salir, por sus siglas en inglés) y la caducidad.

- Posibilidades de recuento e inventario permanente.
- Información en tiempo real.
- Cero errores.

2.2.4 Herramientas Japonesas

2.2.4.1 Técnica Justo a Tiempo

Esta técnica es utilizada en su mayoría por compañías con alto volumen de repetición, donde se desarrolló, inicialmente, por en la empresa japonesa Toyota, de tal manera que se expresa esta técnica como “cada uno de los materiales y productos semielaborados se llevan a la cadena de producción en el momento justo en el que se necesitan” (Díaz de Santos, 2017), con la calidad máxima posible; de tal manera que se enfoca en evitar el exceso de recursos de tareas no necesarias, además, el almacenamiento, esto genera ahorros, puesto que se eliminan todos los recursos que no generan valor. Para la obtención de esta técnica se necesita de las ideas de innovación por parte de la organización, para llegar a producir los productos que necesita de una demanda real y evitar el exceso de productos en almacenamiento.

Condiciones necesarias para lograr implementar la técnica Justo a tiempo (Díaz de Santos, 2007):

1. Conocimiento técnico con profundidad en los procesos de producción.
2. Un nivel alto en presión de las ventas y su programación. Debe de existir un nivel muy alto de confianza mutua entre la empresa y sus proveedores, basado en el conocimiento y la comunicación constante.
3. Mantenimiento de los equipos de producción para evitar tiempos de espera no necesarios e interrupción del ciclo de producción.
4. Verificación de que los materiales a utilizar se encuentren libres de defectos.

5. Producción en serie y producir para pedidos individuales.
6. Producción de productos estandarizados.
7. Un nivel de conocimiento sobre los proveedores por parte de la empresa en los colaboradores relacionados directamente con los procesos.

2.2.4.2 Kanban

Esta es una metodología japonesa, su significado en español es *Kan*: visual y *Ban*: tarjeta. Este sistema se utiliza cuando existe una repetición innecesaria en los procesos, su concepto básico es “guiar y dirigir el movimiento de los diferentes materiales y productos semielaborados que se utilizan en la producción en función a las necesidades del montaje o producción final” (Díaz de Santos, 2017).

Este sistema se centra en aplicar los principios de justo a tiempo, en donde cada estación debe recibir las piezas o materiales que se necesita para su fabricación por lo cual no debe ser ni antes, ni después, en donde los inventarios tienden a mantenerse en nivel bajo; sus principales reglas son visualizar el flujo de los procesos, definir el límite de los procesos y medir el tiempo para completar un proceso.

En la fase de visualización debe tener las tareas en espera, en curso y fase de terminado en el cual se debe ir limitando las tareas e ir midiendo el tiempo para llevarlas a cabo, se puede llevar varias tareas a la vez, pero debe tenerse un control de las tareas antes de que se lleguen a acumular.

Este sistema utiliza dos tipos de tarjetas que se colocan en los contenedores o estantes según corresponda (Díaz de Santos, 2017):

1. Movimiento: controla y da la autorización de su retiro en los contenedores, trasladándose del área de almacenamiento al área del proceso de producción.

2. Producción: autoriza y especifica las propiedades que tendrá la producción, rellena un contenedor que sustituirá a otro que hay pasado a otro punto de almacenamiento.

Mediante dichas tarjetas existe una comunicación continua durante el proceso de producción sin interrupciones, donde siempre se conocerá el faltante de materiales al instante.

Según Salamea y Quesada (2016), para que esta herramienta *Kanban* sea correctamente implementada es necesaria que el personal de las distintas etapas del proceso productivo comprenda y entienda cómo funciona, la empresa española *Dynarax Systems* especializada en la implementación de *Lean Manufacturing* y Sistemas *Kaizen*, indica cuatro fases que ocurren en la implementación del *Kanban*:

1. Enfocada al entrenamiento de todo el personal respecto de los principios de *Kanban* y sus beneficios, deben trabajar con una reducción de inventarios, tiempos más justos y una mejora máxima.
2. Identificación e implementación en los componentes con más problemas en la fabricación y poder así resaltar los problemas complejos.
3. Implementación de *Kanban* en los demás componentes, en este punto no debería existir mayor complejo, puesto que las opiniones y criterios de los otros empleados deben ser tomados en cuenta, ya que ellos son los que tienen el sistema en profundidad, por lo que es necesario que la información debida esté disponible para los trabajadores de cuándo se trabaja en su área.
4. Revisión, una vez que el sistema exista se debe tomar en cuenta que ninguna mano de obra debe ser realizada fuera de la secuencia y de existir un problema se debe comunicar al supervisor de forma inmediata.

Mediante este sistema se busca un intercambio de información, con el fin de ser más eficaz en el proceso de producción y de esta manera se llegará a tener menores gastos y una mayor calidad en la productividad.

2.2.4.3 Poka Yoke

Según Montoliu y González (2013) el sistema *Poka Yoke* nace en los años 60 y se traduce como sistema a prueba de errores. Este consiste en sistemas físicos, pueden ser mecánicos, electrónicos, informáticos, entre otros, con la finalidad de evitar o reducir al máximo las posibilidades de errores.

Existen varios tipos de *Poka Yoke* (Montoliu y González, 2013):

- De alerta: mecanismo o sistema que avisa la existencia de alguna anomalía en el proceso, sin detenerlo.
- De bloqueo: mecanismo que avisa y que detiene el proceso y evita que se produzca un error o continúe en el proceso siguiente.
- Predictivo: actúa antes de producirse el error en el proceso.
- De detección: actúa después de que se dé el defecto.

Un sistema *Poka Yoke* no debe de considerarse como algo caro o difícil de construir, normalmente, pueden ser ideas sencillas y de bajo costo.

Según Montoliu y González (2013) se pueden citar algunos ejemplos de *Poka yoke*, por ejemplo:

- Cables para la recarga de baterías de dispositivos de corriente continua (como teléfonos móviles): por la forma de los enchufes, es imposible conectarlos con la polaridad invertida.
- En los coches automáticos, no se puede retirar la llave si la palanca no está en la posición de "Aparcamiento".

- Los cartuchos de tinta de impresora, por su forma, no se pueden introducir en su alojamiento, en otra posición que no sea la correcta.
- Las puertas de las lavadoras no se pueden abrir hasta que no se haya terminado el proceso de lavado.
- Los enchufes con toma de tierra, por su forma y dimensiones, no se pueden conectar intercambiando las fases y la toma de tierra.

En conclusión, el *Poka Yoke* es una “herramienta básica para conseguir la seguridad, la calidad, el coste y los plazos. La estandarización no asegura, en todos los casos, que no puede producirse un error. Este va más allá del estándar para reducir las posibilidades de error” (Montoliu y González, 2013).

De esta manera, se observa que con una herramienta tan sencilla podrá conseguir muchos procesos de bajo costo y muy buena calidad.

2.2.4.4 Metodología 5S

La metodología de 5S proviene de “Japón en el año 1960” (Kcuno, 2013), se define como “una herramienta asociada al modelo Lean, facilita la adopción de trabajo en las que se integra la autodisciplina, la limpieza y la seguridad” (Ingrande, 2017).

Dicha herramienta se denomina “así por la primera letra del nombre que en japonés designa cada uno de sus cinco etapas” (Ingrande, 2017), a continuación, se mencionara cada una de sus etapas:

- *Seiri* (separar): “se trata de diferenciar entre elementos necesarios e innecesarios presentes en un lugar de trabajo, y eliminar estos últimos” (Ingrande, 2017). Esta primera etapa ayuda “a preparar para un lugar más seguro y productivo, donde se tendrá mayor espacio y elimina los problemas ocasionados por la falta de organización” (Ingrande, 2017).

- *Seiton* (ordenar): esta segunda etapa “consiste en disponer de forma ordenada los elementos que hemos clasificado como necesarios, de modo que se puedan encontrar con facilidad” (Ingrande, 2017), donde cada elemento tendrá su localización y agilizará su búsqueda.
- *Seiso* (limpiar): la tercera etapa consiste en “mantener limpios los elementos de trabajo, las máquinas y los espacios” (Ingrande, 2017). En dicha etapa lo fundamental es no ensuciar para mantener los elementos en su lugar designado. Otro beneficio de la implementación de la etapa *Seiso*, es la reducción de riesgos de accidentes, creando un ambiente laboral seguro y aumentando la productividad.
- *Seiketsu* (estandarizar): la última etapa de 5S se basa en “normalizar y mantener las condiciones de los tres pasos anteriores con el uso de la gestión visual, codificaciones, señalización” (Ingrande, 2017). Esta etapa es realmente difícil de implementar, ya que usualmente en las organizaciones los colaboradores se resisten al cambio, donde se debe crear un hábito para alcanzar el éxito de las 5S.

Para alcanzar el éxito de esta herramienta, según Ingrande (2017) es necesario que se cumplan tres condiciones:

- El compromiso y la participación del personal de los distintos niveles de la organización.
- Cambio cultural y propensión a adoptar nuevas formas de trabajo.
- Disponibilidad de tiempo y participación.

Algunos de los beneficios que aporta la implementación de 5S, según Rey (2005) se puede destacar de la siguiente manera:

1. La implantación de las 5S se basa en el trabajo en equipo:

Por lo que permite involucrar a los trabajadores en el proceso de mejora de su conocimiento del puesto de trabajo: los trabajadores se comprometen; se valoran sus aportaciones y conocimiento; la mejora continua se hace una tarea de todos.

2. Manteniendo y mejorando asiduamente el nivel de 5S se consigue una mayor productividad que se traduce en lo siguiente:

- Menos productos defectuosos.
- Menos averías-Menos accidentes.
- Menor nivel de existencias o inventarios.
- Menos movimientos y traslados inútiles.
- Menor tiempo para el cambio de herramientas.

3. Mediante la organización, el orden y la limpieza, se logra un mejor lugar de trabajo para todos, puesto que se obtiene:

- Más espacio.
- Satisfacción por el lugar en el que se trabaja.
- Mejor imagen ante los clientes.
- Mayor cooperación y trabajo en equipo.
- Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas.
- Mayor conocimiento del puesto de trabajo.

2.2.4.5 Kaizen

“*Kaizen* significa mejoramiento. Por otra parte, significa mejoramiento continuo en la vida personal, familiar, social y de trabajo. Cuando se aplica al lugar de trabajo significa un mejoramiento continuo que involucra a todos” (Imai, 2001).

Esta es una metodología que ayuda a tener una mejora continua dentro del proceso de producción, de tal manera que, también, se mejora el ambiente para los colaboradores y todos los relacionados dentro de la empresa.

La metodología *Kaizen* se encuentra relacionada “con un procedimiento habitual o un método de entrenamiento en que todas las personas pasan por esta filosofía para que ya de manera automática, puedan hacer esos *katas* y aseguren el resultado” (Godínez y Hernández, 2018).

“Los *katas* son elementos diferentes a las técnicas en producción. Los *Katas* están relacionados específicamente con el comportamiento que la gente que está en las líneas en las oficinas tiene que llevar a cabo para que las cosas sucedan” (Godínez y Hernández, 2018).

Es decir, si se quiere mejorar o cambiar algo, no solo se hace internamente, se toma en cuenta el mercado, al mundo y de ahí se asegura que todo esté trabajando de manera sincronizada. (Godínez y Hernández, 2018). Esto para que todo se pueda mantener dentro de un proceso sincronizado y, así, tener mejores resultados y productos de mayor valor y calidad para que se vislumbre una mejora continua y, así, poder producir más en menor tiempo con la misma o mejor calidad.

2.2.4.6 Jidoka

“*Jidoka* es el nombre que recibe, en japonés, el sistema de control autónomo de defectos, basado en que un empleado puede parar la máquina si algo va mal” (Rajadell ,2012).

En otras palabras “hacer que el equipo o la operación se detenga, siempre que surja una situación anormal o defectuosa” (Salamea y Quesada, 2016). Esto quiere decir que siempre que exista un problema de equipo o que haya una máquina defectuosa o que esté dando problemas se detendrá el equipo y toda la línea de producción como una acción de contingencia.

También “los operarios tienen la libertad de tomar la iniciativa de pulsar un botón, una lámpara (en japonés se conoce como *andon*), cuando detectan una anomalía. De esta manera los operarios están activamente involucrados en la solución de problemas” (Rajadell, 2012).

Esta herramienta indica que cuando existe alguna de estas fallas los operarios tienen la potestad de tomar decisiones como el hecho de detener la producción y de esta manera investigar, trabajar y resolver el problema para, así, poder continuar y que las líneas vuelvan a correr, sin ningún inconveniente.

2.2.4.7 Heijunka: Producción equilibrada

“Es el equilibrado de la producción que se alcanza con la subdivisión de partes, es la solución contraintuitiva del sistema de Producción de Toyota” (Galgano, 2004).

El efecto de *Heijunka* es una producción equilibrada a nivel macro, los volúmenes diarios se mantienen constantes, y equilibrados a nivel micro, los picos de cada uno de los artículos se atenúan (Galgano, 2004).

Según Galgano (2004) algunas de las ventajas del *Heijunka* son las siguientes:

- Tiempos de entrega: todos los artículos, sin priorizar, tienen a tener el mismo tiempo de entrega.

- Almacenes: eliminan o disminuyen la cantidad de inventario.
- Flexibilidad: los trabajadores son entrenados en gran cantidad de actividades, los trabajadores deben estar preparados para trabajar en distintos puestos.
- Calidad: se adaptan controles al 100 % en las líneas, *Poka Yoke*, y la posibilidad de parar la línea.
- Suministros: el *Heijunka* prevé la producción al mismo tiempo de una gran variedad de productos, por lo que se requiere gran cantidad de materiales en las líneas; los suministros deben estar sincronizados para llegar en línea en pequeñas cantidades equivalentes con la necesidad del momento.

2.2.5 Herramientas de Productividad

2.2.5.1 Procedimiento Operativo Estándar (por sus siglas en inglés *SOP*)

“Es un manual que incorpora el proceso, así como la calidad, estándares ambientales y de seguridad. También incluye apoyos visuales, los cuales desglosan demostrablemente el proceso del trabajo” (Godínez y Hernández, 2018).

Este tiene como finalidad de que, si ingresa un nuevo miembro al personal, este sea capaz de poder realizar el proceso con solo seguir los lineamientos y pasos que indica el SOP (Godínez y Hernández, 2018); su cumplimiento garantiza que todos los trabajadores ejecuten la operación de la misma manera.

2.2.5.2 Indicadores (por sus siglas en inglés *KPI*)

“La mejor manera de que las personas contribuyan a una iniciativa de implantación de las técnicas *lean*, es que puedan disponer de elementos que permitan medir el efecto de sus esfuerzos en actividades de mejora” (Rajadell, 2012).

También es importante conocer la motivación de los operadores. Como ejemplo de este tipo de indicadores se pueden citar: el índice de absentismo, los ahorros conseguidos con propuestas de mejora, el número de operarios implicados y la cantidad de sugerencias propuestas e implantadas

De esta manera se puede mencionar que los indicadores de cierta manera son formas de verificar y hacer pruebas de diferentes aspectos, por ejemplo: la motivación o también de diferentes metas que se pueden llegar alcanzar y de esta manera poder evaluar la calidad del trabajo, así como, también, la carga de trabajo.

2.2.6 Métodos de valoración de inventarios

2.2.6.1. Primeros en entrar, primeros en salir (*PEPS*)

Esta metodología se enfoca en que “los primeros productos que se adquieren son los primeros que se venden, quedando en inventario los artículos más recientes” (Betancourt, 2018). Esta metodología define que los artículos que presentan un mayor tiempo en almacenamiento tienden a presentar un costo menor que los adquiridos recientemente, no significa que el producto que se rastree se vaya a vender de primero. De tal manera que el costo asociado al inventario que se adquirió o se compró de primero será el costo que primero se contabilizará en su venta, lo cual refleja la precisión de los costos para un futuro reemplazo de material.

2.2.6.2. Últimos en entrar, primeros en salir (UEPS)

“Este método de valuación es opuesto al PEPS al plantear que las ultimas unidades que ingresaron, serán las primeras en ser vendidas” (Betancourt, 2018). Este tipo de método puede llegar a generar inventario obsoleto y llegar a tener daños, incluso reportar menos beneficios con respecto al caso del método *PEPS*.

2.2.6.3 Promedio ponderado

El enfoque de esta metodología es promediar “el costo de los inventarios en existencia, por ende, con cada unidad que ingresa (las que se compran) se actualiza el promedio” (Betancourt, Ingenio y Empresa, 2018) en donde el costo de los artículos se divide de acuerdo con la venta de unidades, y se obtiene un costo de los inventarios inicialmente, en donde la cantidad de inventario existente toma un valor de producto de las unidades de mayor antigüedad.

2.2.7 Automatización de bodega

2.2.7.1 Herramientas de inventario

A continuación, se detallan algunas herramientas que se utilizan, actualmente, para el control de inventarios:

2.2.7.1.1 Mapa de Calor:

El principio de los mapas de calor es la termografía, esta es la base para su representación, y esta usa una jerarquía en la que se emplea código de colores de fácil comprensión. Las gamas de colores cálidos son rojo, naranja y amarillo; las de colores fríos son verde, azul y turquesa. De acuerdo con la concurrencia, estos tonos pueden variar desde los cálidos para las zonas más visitadas hasta los fríos; para determinar aquellas zonas que representan menos interés en la visita (Guedez, 2018).

Los mapas de calor se usan, principalmente, como una herramienta para la elaboración de estrategias de *marketing* para incrementar las ventas. Sin embargo, los mapas de calor tienen más aplicaciones que benefician otras áreas de las empresas.

Según Guedez (2018) existen otros mapas de calor que emplean los mismos principios de la termografía, estos se emplean para generar patrones útiles en gestión de riesgos y recuperación de desastres, gestión de activos, gestión de la información, entre otros.

Los mapas de calor para el control de activos pueden ser muy útiles para controlar los inventarios de las empresas. A través de ellos se tiene una vista integral de las mercancías con mayor y menor movilidad o rotación en los inventarios; esto permite visualizar la mejor ubicación para cada uno de los activos.

2.2.7.1.2 Planificación de Requerimientos de Materiales (por sus siglas en inglés *MRP*):

Este consiste en la planificación de las necesidades o requerimientos de los componentes que conforman un artículo determinado. Esta técnica de gestión de inventarios surge para mejorar los métodos clásicos a la hora de administrar eficientemente la demanda interna de inventarios.

El *MRP* es definido por Domínguez (1991) como “un sistema de planificación de componentes de fabricación, consistente en un conjunto de procedimientos lógicamente relacionados, diseñados para traducir un programa de producción en necesidades reales de los componentes, con fechas y cantidades” (citado por Bustos *et al.*, 2007, p. 14).

Según Bustos *et al.*, (2007) las principales características del *MRP* son las siguientes:

- Pronostica, se basa en datos futuros de la demanda para planificar.

- Realiza un desglose del tiempo de las necesidades de componentes en función de los tiempos de suministro, estableciendo las fechas de emisión y entrega de pedidos.
- No toma en cuenta las restricciones de capacidad, estas se deben de establecer independientemente.
- Actúa de manera que cualquier cambio en las entradas, afecte todo el proceso.
- Es una base de datos común, que debe ser utilizada por todas las áreas de la empresa.
- Debe permitir corregir con facilidad cualquier incidencia que surja en los aspectos de la empresa abarcados por el sistema.

Las entradas básicas del *MRP* son las siguientes:

- El Programa Maestro de Producción, que nos indica las unidades de producto final a producir con y las fechas de entrega previstas.
- La Lista de Materiales, que nos indica la estructura de fabricación y el montaje de cada producto.
- Archivo de Registro de Inventarios, que son los datos sobre los tiempos de suministros, existencias en el almacén, recepciones programadas (Bustos *et al.*, 2007).

Estas entradas son procesadas por el *MRP* y dan las siguientes salidas del sistema según Bustos *et al.* (2007):

- El Plan de Materiales, que se obtiene de las necesidades e indica los pedidos de fabricación y a proveedores según sea el componente demandado, interno o externo.

- Los Informes de Acción, que indica la necesidad de realizar un nuevo pedido o de ajustar la fecha de llegada o la cantidad de algún pedido pendiente.
- Salidas Secundarias, estas dependen del software utilizado y pueden ser: mensajes individuales excepcionales, informe de las fuentes de necesidades, informe de análisis ABC en función de la planificación, informe de material en exceso, informe de compromiso de compras y el informe de análisis de proveedores.

2.2.7.1.3 Sistema de Gestión de Almacenes (por sus siglas en inglés WMS)

Este es un *software* que contribuye a la realización de las tareas diarias de un almacén o bodega de una manera más sencilla y controlada. También, ayuda a mejorar los niveles del servicio, dado que ofrece resultados en menos tiempo, además, los resultados se encuentran sincronizados a tiempo real con todos los procesos de la cadena del almacén (Acacia, 2019).

Gracias al ahorro del tiempo y del personal, los costos de la empresa disminuyen y aumenta la productividad, aumentando el flujo de la empresa.

El funcionamiento de estos sistemas es sencillo y comienza con el registro de cada uno de los productos al *software*, cada uno con un código único que lo identifique, algunos WMS poseen un código de barras para una identificación más rápida y eficiente.

Según Borges (2017) los procesos básicos que gestionan un sistema WMS son los siguientes:

- Recepción de mercancías y ubicación en el almacén: cuando se recibe la mercancía, se asignan muelles de descarga, para luego validar la recepción a través de terminales de

radiofrecuencia. Una vez recibida, se elige la ubicación más adecuada en función de la cantidad recibida (peso, volumen, reserva) y las características del producto.

- Movimientos y reasignación de ubicaciones.
- Traslados dentro del almacén.
- Proceso de abastecimiento de materiales para fabricación de producto terminado.
- Preparación de pedidos (*picking*) y expedición.
- Genera las operaciones necesarias para recoger el producto de sus ubicaciones de la manera óptima y situarlo en la zona de expedición. Por el impacto en el servicio al cliente, es el proceso más importante y crítico.
- Devolución de mercancías: el WMS gestiona los pedidos de vueltos del cliente a través de un "almacén" de control de calidad, para enviarlos definitivamente a destrucción, en el stock o a reprocesos. Además, te permite gestionar las devoluciones a proveedores, descontando el stock y haciendo un seguimiento al estado.
- Proceso de realizar recuento y ajuste de inventario.

La revista E logista (2012) nos muestra algunos de los beneficios de la implementación de un sistema WMS:

- Optimización de la gestión de órdenes, gracias a las soluciones avanzadas se puede lograr hasta un 98 % de exactitud en las órdenes, un 98 % en tiempo y forma, así como un 99,7 % de precisión en las mismas.

- Ayudan a cumplir con las normas del mercado de calidad y gubernamentales, automatizan el proceso de llegada y salida, y mejoran el proceso, ubicación y visibilidad del inventario por medio de procesos más eficientes de trazabilidad.
- La precisión del inventario disminuye los costos de mano de obra en el almacén y mejora el servicio al cliente disminuyendo los tiempos.
- Ofrece las herramientas necesarias para un almacenamiento organizado que lleva a un aumento de capacidad del espacio.

Según Borja (2017), el objetivo principal de un *WMS* es incrementar la eficiencia de los recursos y la eficacia, con el cumplimiento de los objetivos en la gestión de almacenes, automatizando y eliminando errores; optimizando el espacio de los almacenes y los flujos o movimientos de los productos.

El *WMS* va varios pasos por delante del *ERP* en la mejora de los procesos del almacén y en la optimización de los recursos, informando no solo de cuanto *stock* se tiene, si no de donde está (es decir, en que ubicaciones) y del recorrido que ha hecho dentro de nuestro almacén (garantizando su trazabilidad en todo momento). Por tanto, con el *WMS* se dispone de una configuración avanzada de ubicaciones que permite seleccionar la más idónea manualmente o incluso automatizar la gestión de estas de la manera más eficiente. Para lograr los objetivos de eficiencia y eficacia, el *WMS* interactúa con una serie de dispositivos externos (radio frecuencia, *RFID*, *picking* por voz, *picking* por luces, transelevadores, básculas, etc.) que lo hacen un sistema muy especializado (Borja, 2017).

2.2.7.1.4 Voice Picking

Esta es una nueva tecnología que está revolucionando cada vez más almacenes alrededor del mundo, puesto que facilita el proceso de preparación de pedidos, debido a que estos se vuelven más eficientes y con un mejor margen de error.

Según la página de Transeop (2020) esta tecnología consiste en que los operadores deben utilizar auriculares con micrófono y ordenadores portátiles diseñados específicamente para cumplir con las tareas de gestión que tengan asignadas. En el sistema *Pick to Voice* no solo se reciben órdenes auditivas, sino que se trata de un sistema completamente interactivo, el trabajador utiliza el micrófono para responder a las peticiones o dar órdenes, y es el sistema de reconocimiento de voz el que analiza las respuestas y determina si el trabajo se ha realizado correctamente en el almacén.

Algunas ventajas de la implementación de esta tecnología según Transeop (2020) son las siguientes:

- Reducción de errores.
- Reducción de costos: pese a la inversión inicial que implica instalar este sistema en la empresa y formar al personal, el sistema puede reducir considerablemente los costes de la empresa, ya que se puede realizar el mismo trabajo con una planilla más reducida, además de obtener un retorno de la inversión rápidamente.
- Incremento de la productividad: el uso de este sistema es ergonómico y fácil de usar; esto aumenta la velocidad de trabajo, consiguiendo que se procesen un mayor número de pedidos en el mismo tiempo. Además, esta tecnología nos permite gestionar los pedidos no planificados de forma más fácil.

- Incremento de la satisfacción del empleado: con la vista y las manos libres, el operario puede trabajar con mayor eficiencia y hay menores probabilidades de caídas.
- Incremento de la satisfacción del cliente: gracias al uso del reconocimiento por voz y de la mejora en gestión que implica se consigue que las entregas sean más puntuales y correctas, evitando incidencias y reduciendo los costes derivados de las devoluciones provocadas por un mal servicio.
- Control total de cada fase: el sistema permite el poder controlar las fases del proceso de pedidos y la gestión del operario, que ya se beneficia del uso por voz.

2.2.7.1.5 Identificación por radio frecuencia (según sus siglas en inglés *RFID*)

Se trata de una tecnología que utiliza unos chips, increíblemente pequeños, con el fin de rastrear o identificar objetos a larga distancia. Estos chips contienen una antena y tienen la misma función que la de los códigos de barra, puesto que proporcionan un identificador único para un producto. La ventaja que presenta la tecnología *RFID* con respecto a los códigos de barras o bandas magnéticas es que estos pueden identificarse a distancias más largas de hasta 20 metros (Área Tecnología, s. f.).

Los dispositivos están compuestos por un chip y una antena en los que existe una energía electromagnética que tiene una determinada información que se almacena en un software o base de datos. El lector o dispositivo lector es el que se encarga de recoger esta información recibiendo un número de identificación único para cada producto u objeto. Así se puede identificar cualquier artículo a distancia (Área Tecnología, s. f.).

El dispositivo lector emite una serie de ondas de radiofrecuencia al chip y el chip capta estas ondas por su antena y transmite al lector los datos que están almacenados. Es como si el lector le pregunta al chip cuál es su información y el chip le responde enviando su número de identificación único (Área Tecnología, s. f). Esta tecnología puede utilizarse para la identificación de prácticamente todo, desde un artículo hasta para identificar y encontrar una mascota perdida.

Según la página de Área Tecnología existen dos tipos de tarjetas *RFID*:

- Tarjetas *RFID* Pasivas: dependen de una fuente de energía externa que solamente se activa al reflejar las ondas del dispositivo lector o *scanner*; son más económicas y la distancia a la que puede leerse su información es menor. Además, pueden ser desechables.
- Tarjetas *RFID* Activas: no requieren de una fuente de energía externa, sino que tienen incorporada una batería que las alimenta. A diferencia de las pasivas, son más caras, tienen mayor alcance de lectura y capacidad de almacenamiento de datos. Aparte de esto, están mejor diseñadas para funcionar a sensores de temperatura, luz, humedad.

2.2.7.1.6 Código de Barras

El código de barras es una disposición en paralelo de barras y espacios que codifican la información contenida. Los códigos de barras representan un método simple y fácil para codificación de información que puede ser leída por dispositivos ópticos y luego traducirla dicha información para nuestro entendimiento mediante el software del ordenador (Pelegri, 2007).

De esta manera facilita y simplifica el trabajo a la hora de realizar una búsqueda automatizada y no se hace manualmente lo que quitaría mucho del tiempo productivo y crearía diferentes cuellos de botella.

Podría decirse que los códigos de barras vienen en muchas formas o presentaciones. Muchos son familiares porque se ven en las tiendas, pero existen algunos que son estándares en varias industrias. La industria de la salud, manufacturas, almacenes, etc. Tienen terminologías únicas para su industria y que no son intercambiables (Pelegri, 2007).

La selección de la simbología dependerá del tipo de aplicación donde va a emplearse el código de barras. El tipo de carácter numérico o alfanumérico, la longitud de los caracteres, el espacio que debe ocupar el código o la seguridad, son algunos de los factores que determinaran la simbología a emplear (Pelegri, 2007).

En otras palabras, existen diferentes tipos de códigos de barras, unos que se conocen, normalmente, y otros que no son muy conocidos. De igual manera, se presentan muchos tipos de variables de estos, los cuales, como se menciona anteriormente, son únicos y no pueden ser intercambiables o usados en otros fines para los cuales no fueron creados.

2.2.7.1.7 Sistemas de automatización de almacenamiento y recuperación (por sus siglas en inglés AS/RS)

Estos están diseñados para minimizar el espacio dentro de los almacenes y obtener mayores niveles de eficiencia y productividad. Estos sistemas pueden almacenar una variedad de unidades de carga como: *palets*, contenedores, cajas, entre otros (System Logistics, s. f.).

“Un AS/RS consiste, generalmente, en un sistema controlado por ordenador que realiza operaciones de almacenamiento y recuperación con velocidad y exactitud bajo un determinado grado de automatización” (Rafael y Martínez, 2012). Cada pasillo de la bodega tiene estantes para almacenar artículos y las máquinas S/R se emplean para colocar o recuperar los artículos en o de dichos estantes.

Sus aplicaciones según Rafael y Martínez (2012) son las siguientes:

- Almacenamiento y recuperación de unidades.
- Recolección de pedidos.
- Almacenaje de *WIP* (trabajo en proceso).
- Almacenamiento de materia prima o componentes para el ensamblaje.

Además, existen diferentes tipos de sistemas según Rafael y Martínez (2012), los cuales se clasifican de la siguiente manera:

- *AS/RS* de Unidad de Carga: este es un sistema automatizado diseñado para manipular unidades de carga almacenadas sobre plataformas. El sistema se controla por ordenador y las máquinas de S/R se automatizan y diseñan para manejar los contenedores de unidad de carga.
- *Deep-Lane AS/RS*: se utilizan cuando se almacenan grandes cantidades de *stock*, pero el número de unidades diferentes es relativamente pequeño. En este sistema se almacenan una carga detrás de la otra. Las cargas se cogen por un lado del estante, por un tipo de máquina S/R diseñada para la recuperación, y se usa otra máquina por el lado de entrada del estante para la entrada de carga.

- *AS/RS* de Minicarga: se emplea para manejar pequeñas cargas (partes individuales o provisiones). La máquina de S/R se diseña para recuperar las cajas y entregarla a una estación al final del pasillo, donde los artículos individuales se extraen de las cajas. La estación por lo general es manejada por un trabajador humano.
- *AS/RS* de Hombre a Bordo: permite coger artículos individuales directamente de sus posiciones de almacenaje por un operador humano que va montado en el carro de la máquina S/R.
- Sistema Automatizado de Recuperación de Artículo: estos sistemas permiten la recuperación de artículos individuales. Los artículos se almacenan en carriles. Cuando se quiere recuperar un artículo, este se empuja de su carril y se deja caer en un transportador para la entrega en la estación de recogida. El sistema se rellena periódicamente por la parte trasera, este permite una rotación primero en entrar, primero en salir del inventario.
- Módulos de Almacenaje de Levantamiento Verticales: también, se conocen como sistemas automatizados de almacenamiento/recuperación de levantamiento vertical; emplean un pasillo central vertical para tener acceso a las cargas.

2.2.7.1.8 Transelevadores

Están diseñados para la automatización de las operaciones de entrada y salida dentro de las actividades de almacenamiento de materiales. Se desplazan a lo largo de los pasillos de las estanterías para posicionar o extraer las unidades de carga. El sistema de manipulación

desplaza las unidades de carga de las bahías de *picking*, las coloca en las celdas de almacenamiento y viceversa (System Logistics, s. f.).

Las principales ventajas de utilizar transelevadores dentro de un sistema de almacenamiento son un control y una actualización del almacén rápidos y precisos que facilitan el sistema de inventario, la eliminación de errores manuales, la posibilidad de adaptarse a condiciones de trabajo especiales como lo es la temperatura y la humedad (System Logistics, s. f.).

2.2.7.1.9 Bandas transportadoras

Según González y Lobos (2018) las bandas transportadoras se definen de la siguiente manera:

(...) una cinta o banda transportadoras es un sistema de transporte continuo formado por una banda que se mueve entre dos tambores, los sistemas de cintas transportadoras se emplean cuando los materiales deben ser desplazados en cantidades relativamente grandes entre posiciones específicas de un rutado fijo. La mayoría de estos sistemas son impulsados mecánicamente; algunos emplean la gravedad para trasladar la carga entre puntos de diferente altura.

Además, para los autores González y Lobos (2018), estos sistemas tienen y comparten los siguientes atributos, que, por lo general, son mecanizados y automatizados:

- Ocupan posiciones fijas, estableciendo las rutas.
- Pueden estar montados sobre el suelo o suspendidos del techo.
- Casi siempre están limitados a un flujo unidireccional de materiales.

- Generalmente mueven cargas discretas, aunque algunos están preparados para cargas voluminosas o continuas.
- Pueden emplearse solo para transporte o para transporte más almacenamiento automático de elementos.

Incluso, una característica común en las cintas transportadoras es que el mecanismo de avance está construido sobre el mismo camino de la cinta, por lo que los elementos transportadores individuales (si se usan carritos u otros receptáculos) no son impulsados individualmente (González y Lobos, 2018).

Se puede notar los diferentes tipos de trabajo que realiza una banda transportadora, de tal manera que lleva a cabo el trabajo, transporte y traslado de productos de una manera más eficaz y eficiente en menor tiempo para agilizar el proceso de producción.

La función principal de la cinta es soportar directamente el material a transportar y desplazarlo desde el punto de carga hasta el de descarga. Las cintas transportadoras actuales pueden transportar elementos hasta en 45° , pero para esto se deben utilizar prestaciones diferentes a las comunes, por lo cual estas pueden elevar sus precios significativamente (González y Lobos, 2018).

2.2.8 Manejo de tiempos

“Tiempo es la de magnitud física que mide el periodo que transcurre entre la aparición de un estado del sistema y el instante en el que este registra una variación perceptible para un observador o aparato de medida” (Bustinduy, 2015).

La ley de Carlson indica que todo trabajo interrumpido es menos eficaz y consume más tiempo que si se lleva a cabo continuamente. Iniciar una actividad requiere esfuerzo, si esta se interrumpe y se vuelve a retomar cuesta más, hay que volver a coger el ritmo. “La gestión del tiempo es hoy en día en una competencia, habilidad o factor clave de éxito en el desarrollo profesional y personal” (Bustinduy, 2015).

Actualmente, los cronómetros que juegan un papel importante en los estudios de tiempos, pero para los que se deben saber si el tiempo será determinado para una nueva mano de obra, o bien, para un trabajo ya existente (Janania, 2008). El tiempo es un factor muy importante, ya que con este se pueden llegar a realizar muchas mediciones, incluso lograr las metas propuestas por cada equipo u organización.

Con base en lo anterior Janania (2008) establece los puntos más relevantes en relación con este tema:

Cuando hablamos de tiempos para obtener una productividad mayor, nos referimos a un estudio con el objeto de determinar el tiempo requerido por una persona calificada o entrenada trabajando en una marcha normal para realizar un trabajo específico. Este resultado nos indica por lo general el tiempo en minutos. Para entender los estudios de tiempos por el método de parar y observar, solicitemos los claros los siguientes conceptos:

- T_c = Tiempo de ciclo, que se ha llegado usando las gráficas hombre-máquina y que se calcula sumando carga, maquinado y descarga ($T_c = c + M + d$).
- T_n = Tiempo normal, que es el tiempo que emplea una persona para realizar un trabajo a ritmo normal y se calcula de la siguiente manera: Tiempo normal = medios de los tiempos x factor de calificación. en forma abreviada: $T_n = T \cdot F_o$ La media de los tiempos será el

promedio de todos los tiempos tomados en observaciones directas a una operación determinada. El factor de calificación se hace tanto al obrero como al lugar de trabajo.

- T_s = Tiempo estándar, que es el tiempo para considerar globalmente de la operación, se utilizan cuatro fórmulas para su cálculo: $\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} + \text{Tolerancias}$ o suplementos $T_s = T_n + S$

Cuando se habla de tolerancias o suplementos, nos estamos refiriendo al tiempo perdido por la persona en el trabajo, por fatiga o necesidades fisiológicas.

De esta manera se observa la gran importancia de este factor y sus distintas formas de medición, por ejemplo, por una parte, al utilizar bien el tiempo, es posible tener una mayor producción, pero, por otra parte, es un factor bastante delicado, ya que una vez que se haga utilización del tiempo de manera acelerada, esto puede ocasionar problemas la productividad y producción hasta el grado de dar problemas en la calidad de los productos, por lo cual, un factor determinante es tener un buen manejo de este.

2.2.9 Diagrama de *Espaguetti*

Según Álvarez-González y López-Herrera (2016), el diagrama de *Espaguetti* se define de la siguiente manera:

(...) herramienta útil para el análisis de la situación actual de la empresa, el cual es la representación gráfica de cómo es el movimiento de los operarios dentro de su puesto de trabajo, busca conocer cada movimiento del empleado para determinar cuál es el orden más lógico para máquinas y otros puestos de trabajo con la intención de ganar eficiencia dentro de los procesos de

la empresa, principalmente reduciendo el tiempo de desplazamiento de los operarios identificando y evitando movimientos innecesarios.

De esta manera podemos observar que estos diagramas son un método de visualización de datos para establecer los posibles flujos a través de los sistemas.

Para este mapeo se realiza una representación gráfica del puesto de trabajo a analizar (es muy importante mantener una escala de tamaño para que la proporción de las distancias que se van a recorrer sean fiables). Se elige a un operario con el que se comenzara a trabajar, se observan todos y cada uno de sus movimientos y posiciones recorridas (que pertenecen al proceso) y se van trazando en el diagrama, aquí es muy importante marcar la dirección y el orden de secuencia de sus pasos, así como el tiempo que está en cada una de las estancias. Una vez dibujados estos aspectos, se realiza el análisis de cómo están colocados los objetos en el puesto de trabajo y efectuar una reorganización física para reducir tiempos y distancias, es recomendable comenzar con los trabajos de mayor frecuencia y/o donde hay implicados muchos operarios (Álvarez-González y López-Herrera, 2016).

De esta manera podemos ver un tipo de ejemplo donde este sistema y diagrama es utilizado y aplicado a un operario de una empresa y vemos cómo funciona, sus utilidades y resultado, de tal manera que se obtiene una respuesta positiva en el aumento de los procesos y recursos dentro de una empresa.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Sampieri (2014): “la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema” (p. 4), por lo que esta la investigación se basa de acuerdo con la necesidad de aumentar la productividad en los procesos que se realizan en la bodega; según los datos históricos, la meta se ha logrado cumplir en el último año en un 33,33 %, esto se vislumbra en el periodo de marzo del 2019 a marzo del 2020.

El tipo de investigación presente se clasifica como cuantitativa en donde se recolectan datos y se analizan, dicha información se obtiene mediante estudios de tiempo del flujo del proceso de carga de trabajo, ubicación, rotación y entrevistas al Departamento de Bodega, donde se cuantifica el problema presente de acuerdo con el nivel de productividad de horas por línea. Cabe mencionar que la recolección de información se obtiene a través del supervisor de bodega y sus subordinados.

Algunas características que Sampieri (2014) afirma sobre el enfoque cuantitativo son las siguientes:

- Refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación: ¿cada cuánto ocurren y con qué magnitud? (p. 5).
- Debido a que los datos son producto de mediciones, se representan mediante números (cantidades) y se deben analizar con métodos estadísticos (p. 5).
- En una investigación cuantitativa se intenta generalizar los resultados encontrados en un grupo o segmento (muestra) a una colectividad mayor (universo o población). También se busca que los estudios efectuados puedan replicarse (p. 6).

- La investigación cuantitativa debe ser lo más “objetiva” posible. Los fenómenos que se observan o miden no deben ser afectados por el investigador, quien debe evitar en lo posible que sus temores, creencias, deseos y tendencias influyan en los resultados del estudio o interfieran en los procesos y que tampoco sean alterados por las tendencias de otros (p. 6).

Asimismo, Sampieri (2014) señala que en el enfoque cuantitativo:

(...) se utiliza para consolidar las creencias (formuladas de manera lógica en una teoría o un esquema teórico) y establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población; y el cualitativo, para que el investigador se forme creencias propias sobre el fenómeno estudiado, como lo sería un grupo de personas únicas o un proceso particular (p. 10).

En este punto, se debe resaltar que el enfoque seleccionado se basa en las líneas por hora mensuales, históricamente.

3.2 DESCRIPCIÓN Y SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO

3.2.1 Población de estudio

La población según Hurtado (2001) (citado por De Lavallo y Del Valle, 2014):

(...) puede estar referida a cualquier conjunto de elementos que se pretende indagar o conocer sus particulares, o algunas de ellas toma en cuenta a la población como “un conjunto universal de unidades (personas, instituciones o cosas) validas tomados en cuenta para la obtención de conclusiones de un estudio (p. 48).

Para efectos de esta investigación se va a estudiar todo el universo, en este caso todos los repuestos de la bodega de Purdy Motor.

Se detalla la población por estudiar:

Tabla 1

Población de estudio

Población	Cantidad
Repuestos	181,984
Accesorios	28,744
Materiales	5,020
Gerente de Bodega	1
Supervisor de Bodega	1
Bodegueros	22

Nota: Datos obtenidos de Purdy Motor S. A., julio 2020.

3.2.2 Muestra

Para efectos del proyecto se analiza toda la población para la elaboración del mapa de calor y de la propuesta de mejora.

Para determinar tiempos y distancias se realiza una muestra probabilística aleatoria basada en el promedio de la cantidad de órdenes o pedidos realizados al mes en la bodega de repuestos de Ciudad Toyota 1.

3.2.3 Variables o unidades de estudio

Se definen como unidades de estudio:

- Operadores o bodegueros: se estudian los tiempos y cargas de trabajo de los diferentes procesos realizados por los operadores.
- Tamaño de los repuestos: la bodega se encuentra dividida por repuestos pequeños, medianos y grandes.
- Rotación de los repuestos: se analiza si los repuestos se encuentran en la ubicación adecuada de acuerdo con la rotación.
- Marca de los repuestos: las distintas marcas son Hino, Daihatsu, Lexus y Toyota.
- Ubicación de los repuestos: los repuestos se encuentran ubicados de acuerdo con su tamaño.
- Categorías: identificar si los repuestos se encuentran ubicados de acuerdo con su categoría.
- Destinatario (taller-mostrador-sucursal-cliente externo): identificar el nivel de severidad o urgencia de salida de los repuestos.
- Tipo de repuesto

3.3 SELECCIÓN DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se realizan los siguientes estudios para la recolección y análisis de datos:

- Estudios de tiempo, al inicio de la investigación para conocer el tiempo de duración de los procesos de guardado y recolecta de los operadores según el tamaño de los repuestos y su ubicación.
- Estudio de cargas de trabajo, igualmente, al inicio de la investigación para conocer las cargas de trabajo por operador e identificar si estas afectan a la productividad del operador o bodeguero.

- Identificar y analizar los diferentes indicadores de los procesos en la bodega, para conocer su comportamiento durante el tiempo.
- Estudio de rotación de los repuestos, para identificar los repuestos que presentan mayor rotación dentro de la bodega.
- Estudio de ubicación de los repuestos, para lograr identificar la mejor ubicación de los repuestos según su rotación y tamaño.
- Mapas de calor, para conocer la ubicación de los repuestos según su tamaño y rotación.
- Identificar posibles herramientas de automatización, al final del proyecto como propuesta de mejora.

3.4 PERSONAS PARTICIPANTES EN EL PROCESO

3.4.1 Purdy Motor S. A.

Ubicado en La Uruca, San José

Departamento de Bodega

Supervisor de bodega:1

Bodegueros: 22

Recursos aportados: datos históricos de la productividad global de la bodega, datos de los procesos y de repuestos.

3.5 PROCEDIMIENTOS

En la siguiente tabla se detallan las diferentes las actividades para el cumplimiento de los objetivos planteados:

Tabla 2

Procedimientos

Objetivos	Actividades	Herramientas	Productos esperados
<p>Realizar un diagnóstico de la operación actual para identificar los puntos de mejora.</p>	<p>Observar y analizar los diferentes procesos de la bodega, que abarca la entrada y salida de los repuestos.</p> <p>Estudio de la rotación de los repuestos.</p> <p>Estudio de la ubicación de los repuestos, según su rotación y tamaño.</p> <p>Toma de tiempos de los procesos.</p>	<p>-SOP</p> <p>-Base histórica de datos</p> <p>-Formularios</p> <p>-Excel</p> <p>-Cronómetro</p>	<p>Identificar los posibles puntos de mejora con el fin de aumentar la productividad</p>

Objetivos	Actividades	Herramientas	Productos esperados
	Identificar las variables que afectan la productividad en la bodega a través de los datos obtenidos de la toma de tiempos, estudios de ubicación y rotación.		
Analizar los indicadores de los procesos en la bodega, para conocer su comportamiento durante el tiempo.	Mapear los indicadores presentes en los procesos y verificar su comportamiento durante el periodo de estudio.	-Gráfica de control	Conocer el comportamiento de los indicadores durante el periodo de estudio.

Objetivos	Actividades	Herramientas	Productos esperados
<p>Diseñar una propuesta de mejora basada en el diagnóstico de la situación actual para el aumento de productividad en el área de bodega.</p>	<p>Identificar las posibles limitaciones para la propuesta de mejora.</p> <p>Mapear la mejor ubicación de los repuestos de acuerdo con su rotación y tamaño.</p> <p>Proponer un plan de mejora de acuerdo con los estudios de herramientas de automatización de bodega para el aumento de la productividad.</p>	<p>-Mapa de Calor</p> <p>-Análisis de costos</p>	<p>Propuesta de mejora.</p>
<p>Establecer el plan de implementación de la propuesta de mejora en el área de bodega.</p>	<p>Realizar un manual con el paso a paso de la implementación de la propuesta de mejora, presentando los posibles beneficios en la productividad.</p>	<p>-Gráficas</p> <p>-Diagrama de Flujo</p> <p>-Formulario</p>	<p>Plan de implementación.</p>

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

3.6 ANÁLISIS DE DATOS

Se detallan las distintas herramientas de recolección de datos y su posterior análisis:

Tabla 3

Herramientas de recolección de datos

Herramienta	Análisis
<i>SOP</i>	Conocer los diferentes procesos que se realizan en la bodega para la búsqueda de posibles mejoras para el aumento de la productividad
Base histórica de datos	Conocer el comportamiento de los datos a través del tiempo referente a la rotación de los repuestos
Formularios	Para el registro de datos de la toma de tiempos, con el fin de obtener un diagnóstico de la operación actual
Gráfica de control	Examinar la tendencia de la productividad a través de un periodo de tiempo e identificar si cumple con la meta mensual de la compañía
Mapa de Calor	Mapear las zonas de la bodega de repuestos según su rotación, con los colores rojo, amarillo y verde.
Análisis de costos	Identificar los posibles costos para llevar a cabo las propuestas de mejora

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 DIAGNÓSTICO

En el desarrollo de las diferentes actividades que se plantearon, para lograr el cumplimiento de los objetivos específicos, se obtuvieron los siguientes resultados.

4.1.1 Diagnóstico de la situación actual de los procesos de bodega

En primera instancia se realizaron algunas visitas para conocer el flujo de los procesos de la bodega de acuerdo con los procedimientos brindados por la empresa, para tener un mayor conocimiento del funcionamiento de estos.

Se realizaron algunos recorridos del proceso de *picking* tanto con el supervisor, como con los colaboradores de bodega para conocer el punto de vista de ambos lados y ver si hay alguna discrepancia entre ellos.

La empresa cuenta con un sistema automatizado, en el cual cada pedido se imprime automáticamente en forma de colilla e indica el número de parte solicitado, la cantidad, la ubicación exacta donde se encuentra el repuesto solicitado y el nombre del cliente directo.

Para la recolección de pedidos, actualmente, según el procedimiento se realiza un recorrido en forma de U por los pasillos, donde se ingresa por un extremo, este sería el pasillo de piezas medianas, y se sale por otro extremo, en este caso por el pasillo de piezas pequeñas.

Los bodegueros se encuentran en constante rotación, cambian, constantemente, de funciones; esto con la finalidad de que cada uno de ellos conozcan todos los procesos que se realizan en la bodega y puedan reemplazar a algún otro compañero si fuera necesario.

4.1.2 Estudio de la rotación de los repuestos

La rotación de un inventario puede entenderse como la cantidad de veces que un artículo pasa por el proceso de venderse y salir del almacén; para identificar la rotación de cada uno de los repuestos ubicados en la bodega de repuestos de Ciudad Toyota 1, se realiza un reporte mediante el sistema de base de datos utilizado en Purdy Motor “*Crystal Reports*”, el mismo indica el ICC Id y el MAD de cada uno los repuestos, cuyos valores nos muestran la rotación de cada uno de ellos.

El ICC Id depende de la cantidad de unidades vendidas al mes, y cada valor se define por los siguientes rangos, los cuales fueron brindados por el equipo de inventario de Purdy Motor:

Tabla 4

Rangos ICC Id

A: Más de 7 unidades al mes
B: De 3 a 7 unidades al mes
C: 1.5 a 3 unidades al mes
D: 0.7 a 1.5 unidades al mes
E: 0 a 0,7 unidades al mes
F: 6 a 12 meses sin rotación
G: de 12 a 24 meses sin rotación
H: de 24 a 36 meses sin rotación
I: de 36 a 60 meses sin rotación
J: Más de 60 meses sin rotación

Nota: datos obtenidos de Purdy Motor S.A, enero 2021.

El MAD es definido como el promedio de la venta de los últimos seis meses y los días hábiles del mes en curso; por ejemplo, si un artículo tiene MAD de 10, quiere que decir que en promedio se venden 10 unidades al mes.

Se muestra el reporte realizado en la base de datos *Crystal Reports*:

Figura 2

Reporte de Rotación

Art. Id	Art. Nombre	ICC Id	Art. Mad	Categoría	Descripción	Ax/B Ubicación
2374164030	PRENSA TUBERÍA	F	0.00	G1 HERRAM./MOTOR/C		D46M19
117013003002	BEARING BANCADA	D5	0.80	G1 HERRAM./MOTOR/C		D41FF8
521190K972	BUMPER DELANTERO	D2	0.80	G2- CARROCERIA		T05JA1
177510D050	TUBO ADMICION	F	0.00	G1 HERRAM./MOTOR/C		K31HD4
6760560050E0	MANILLA INTERNA RH	J	0.00	G2- CARROCERIA		K41ND5
04437B2171	JUEGO BOTA INT D	F	0.16	G1 TREN POTENCIA / C		D43IB9
6821687301	EMPAQUE	F	0.16	G2- CARROCERIA		K30AC4
53271E0020	SOPORTE DE BUPER DEL	F	0.00	G2- CARROCERIA		U03RB1
85220E0010	ESCOBILLA 375mm	G	0.00	G1 KEY PRODUCTS		U02LA4
123050D023	SOPORTE DE MOTOR	F	0.00	G1 HERRAM./MOTOR/C		D38MG5
9004366086	ROL DIFERENCIAL DELANT	E5	0.16	G1 KEY PRODUCTS		D42CE6
9004366085	ROL DIFERENCIAL	E1	0.64	G1 KEY PRODUCTS		D44GB10
SZ12608007	ESPARRAGO	E5	0.32	G1 HERRAM./MOTOR/C		D44FH17
6863060120	TOPE PTA TRA D	F	0.00	G2- CARROCERIA		K45LF12
6233135030C0	EMP. PTA. TRA. D.	F	0.00	G2- CARROCERIA		K33MB5
4881260290	BARRA ESTABILIZ. TRA.	H	0.00	G1 TREN POTENCIA / C		U07IB1
4830660180	SOPORTE DE HULE P SUS	J	0.00	G1 TREN POTENCIA / C		K43JJ7
6924160060	2 EMP. MANILLA PT. TR. D.	F	0.32	G2- CARROCERIA		D45JE9

Nota: datos obtenidos de Purdy Motor S.A, diciembre 2020

La data suministrada por el reporte se exporta a Excel y se ordena de manera descendente para identificar cuáles son las piezas de mayor a menor rotación y su actual ubicación, posteriormente, mediante el mapa de calor se visualizan todas las ubicaciones y se identifican si las piezas se encuentran ubicadas de acuerdo con su rotación.

La distribución de las piezas según su rotación se encuentra de la siguiente forma:

Tabla 5

Distribución de Rotación

Rotación	%
Alta (ICC A-B)	7 %
Media (ICC C-D-E)	38 %
Baja (ICC F-G-H-I-J)	54 %

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

4.1.3 Mapa de Calor

Se elabora un mapa de calor basado en la rotación por ICC de cada uno de los repuestos ubicados en la bodega de repuestos de Ciudad Toyota 1; con el fin de visualizar por medio de los colores el análisis de la distribución de las ubicaciones en relación con la rotación de cada uno de los repuestos; los colores se definen de la siguiente manera de acuerdo con sus ICC:

- Rojo: A-B
- Amarillo: C-D-E
- Verde: F-G-H-I-J

Para la elaboración del mapa de calor se realizan varias visitas a la bodega de almacenamiento de repuestos y accesorios de Ciudad Toyota 1, para identificar cada una de las ubicaciones en los distintos pasillos y estantes.

Inicialmente, la empresa brinda un croquis con la distribución de la bodega, realizado en el *software* AutoCAD, al cual se le realizaron algunas modificaciones, tales como agregar varios

pasillos que no se encontraban mapeados en el croquis actual y colocar los números de ubicación de cada pasillo.

Además, se categorizaron las ubicaciones mediante los colores mencionados anteriormente, según su ICC, para su posterior análisis en el estudio de ubicación según su rotación y tamaño.

En las siguientes figuras se muestra el mapa de calor realizado en la Bodega de repuestos de Ciudad Toyota:

Figura 3

Mapa de Calor Nivel 1



Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

Figura 4

Mapa de Calor Nivel 2



Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

4.1.4 Estudio de la ubicación de los repuestos, según su rotación y tamaño

Se realiza un estudio de la ubicación de los repuestos basándose en el análisis de la rotación anterior y el mapa de calor realizado de la situación actual, donde se muestra que la distribución de los repuestos no se encuentra ubicados en su totalidad según su rotación.

En la parte trasera de los repuestos, pequeños, medianos y grandes se encuentran ubicados repuestos de alta rotación de ICC A y B; al igual que en la segunda planta se ve que en los tres estantes según los tamaños se encuentran repuestos de alta, mediana y poca rotación.

Por ejemplo, se muestra en la Figura 5, donde se encuentran piezas de alta rotación (color rojo) en la parte trasera de las piezas grandes, específicamente, en las ubicaciones T y en las Figuras 6, 7, 8 y 9 se muestra la misma tendencia de piezas de alta rotación, en los tres estantes de la planta alta.

Figura 5

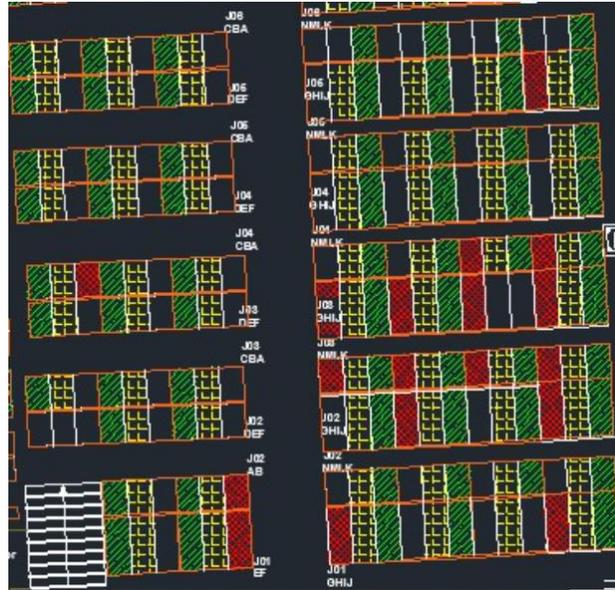
Primera planta, piezas grandes, ubicaciones T, en la bodega de repuestos Ciudad Toyota 1



Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

Figura 6

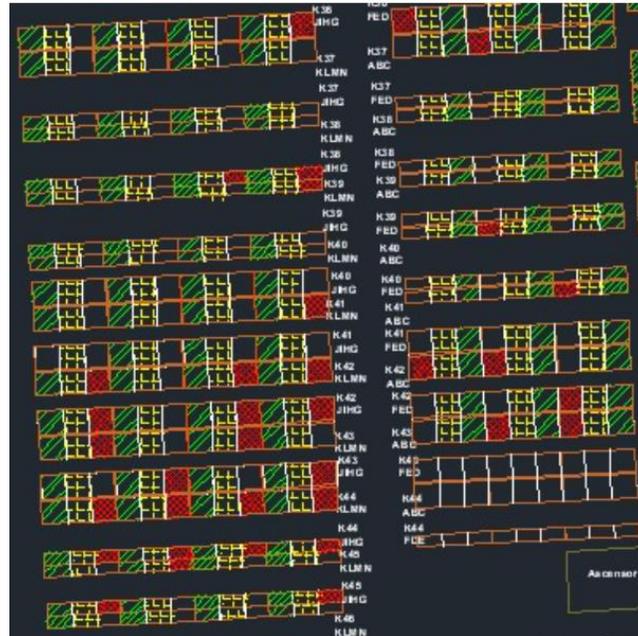
Planta alta, piezas medianas, Ubicaciones J, en la bodega de repuestos Ciudad Toyota 1



Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

Figura 7

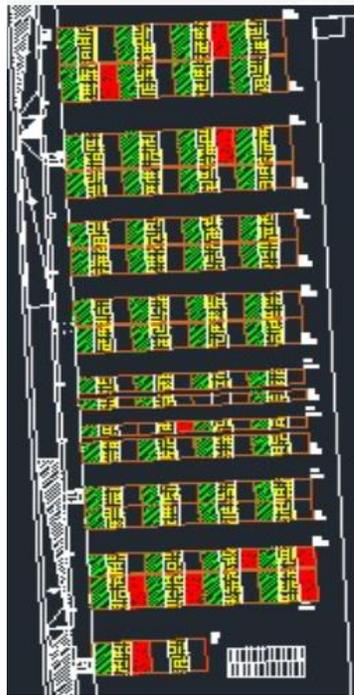
Planta alta, piezas pequeñas, ubicaciones K, en la bodega de repuestos Ciudad Toyota 1



Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

Figura 8

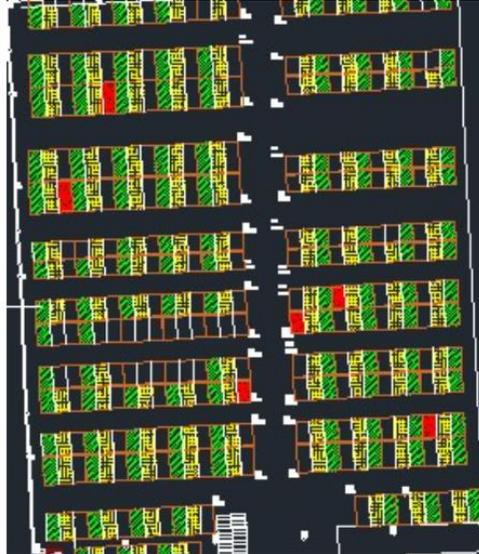
Planta alta, piezas grandes, ubicaciones S, en la bodega de repuestos Ciudad Toyota 1



Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

Figura 9

Planta alta, piezas grandes, ubicaciones U, en la bodega de repuestos Ciudad Toyota 1



Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

En la *Tabla 6* se detalla la distribución de la ubicación actual de los repuestos por tamaño y rotación:

Tabla 6

Distribución actual

Rotación	Estantes	Planta	Ubicaciones	Porcentaje Ubicado	Cantidad de Artículos/Ubicaciones
Alta	Piezas Grandes	Planta Baja	R-T	4,90 %	134

Rotación	Estantes	Planta	Ubicaciones	Porcentaje Ubicado	Cantidad de Artículos/Ubicaciones
		Planta Alta	S-U	0,40 %	10
	Piezas Medianas	Planta Baja	B	19,60 %	535
		Planta Alta	J	1,90 %	54
	Pieza Pequeñas	Planta Baja	D	71,70 %	1960
		Planta Alta	K	1,50 %	40
Media	Piezas Grandes	Planta Baja	R-T	10 %	1350
		Planta Alta	S-U	5 %	628

Rotación	Estantes	Planta	Ubicaciones	Porcentaje Ubicado	Cantidad de Artículos/Ubicaciones
	Piezas Medianas	Planta Baja	B	8 %	1143
		Planta Alta	J	8 %	1072
	Pieza Pequeñas	Planta Baja	D	57,00 %	7975
		Planta Alta	K	13 %	1824
Baja	Piezas Grandes	Planta Baja	R-T	6,50 %	1267
		Planta Alta	S-U	13,30 %	2611

Rotación	Estantes	Planta	Ubicaciones	Porcentaje Ubicado	Cantidad de Artículos/Ubicaciones
	Piezas Medianas	Planta Baja	B	2,80 %	549
		Planta Alta	J	15,50 %	3046
	Pieza Pequeñas	Planta Baja	D	28,10 %	5508
		Planta Alta	K	33,80 %	6625

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

4.1.5 Toma de tiempos del proceso de *picking*

Para la toma de tiempos se definió un tamaño de muestra basado en el promedio de la cantidad de órdenes o pedidos realizados al mes a la bodega de repuestos de Ciudad Toyota 1 del periodo de marzo 2019 y marzo 2020, el promedio es de 49.934 órdenes al mes.

La empresa, actualmente, no cuenta con un historial para el cálculo de muestra; por lo que para este cálculo se definió un 90 % de nivel de confianza, y un 10 % de error de estimación aceptado;

la teoría indica que, si no se cuenta con un dato histórico, este valor se debe de calcular como 1- Nivel de confianza; y por defecto el valor p y q se definieron como 0,5 cada uno.

El cálculo de la muestra se detalla a continuación:

N: 49.934

Z: 1.645

p: 0,5

q: 0,5

e: 0,1

$$n = \frac{49.934 * (1.645)^2 * 0,5 * 0,5}{(0,1)^2 * (49.934 - 1) + (1.645)^2 * 0,5 * 0,5} = 68 \text{ órdenes}$$

Con el fin de conocer los tiempos del proceso de *picking*, se procede a registrar tiempos, haciendo uso del equipo necesario como celular inteligente (cronómetro) y programa Excel con hoja de registro de tiempos.

El estudio es realizado en el área de almacenamiento de repuestos en Ciudad Toyota 1; la toma de tiempos y distancias inicia en el área de recibo de órdenes y finaliza en el punto de entrega del repuesto recolectado, el cual sería el puesto de chequeo de sucursales.

El sistema de impresión de las etiquetas de las órdenes las imprime alfabéticamente por cliente, para mayor facilidad de la recolección de los pedidos y hacer el recorrido en forma de U, siempre y cuando abarque las zonas de piezas pequeñas y medianas. El proceso de recolección de repuestos varía dependiendo de la cantidad y ubicaciones de estos, ya que si se requiere recolectar un solo

repuesto no se realiza el recorrido en forma de U, para un mayor aprovechamiento del tiempo de la entrega de la orden.

Los resultados obtenidos se registraron en el formulario realizado, y se detallan, a continuación:

Tabla 7

Resultado de la toma de tiempo en una muestra de 68 órdenes

Número de Pedido	Número de Repuesto	Ubicación (m)	Tiempo (s)	Ubicación propuesta	Tiempo (s)	Diferencia Antes-Después
1	MOC10521M	B03CC2	233.05	B03CC2	190.03	43.02
	8713952020	B04NA1		B04NA1		
	0446542180	B08GB1		B08GB1		
	04466YZZAQ	B10GE2		B10GE2		
	4776950010	D43MC11		D43MC11		
	4787933240	K44JD5		D30CE4		
2	040072G178	B09MA2	269.03	B09MA2	222.07	46.96
	0400833628	D33KE1		D33KE1		
	040071X128	J07GC5		B06CA4		
	0400726128	J09JB1		B06CA5		
	040072D128	K37ME6		D31KE1		
3	85212B0020	K36GD5	81.021	D42BF5	47.01	34.01
4	15208AA15A	B06DD3	224.04	B06DD3	179.08	44.97

Número de Pedido	Número de Repuesto	Ubicación (m)	Tiempo (s)	Ubicación propuesta	Tiempo (s)	Diferencia Antes-Después
	803916010	D41DB2		D41DB2		
	16546AA16A	S05LB1		R03FB8		
5	MOC6012M	B03AA1	189.01	B03AA1	135.03	53.98
	MOC10381M	B03DA1		B03DA1		
	MOC10381M	B03DA1		B03DA1		
	16546AA16A	S05LB1		R03FB8		
6	4819825010	D41FC9	161.04	D41FC9	109.01	52.03
	481900K020	D43ND8		D43ND8		
	9017816001	D45CK16		D45CK16		
	90947T2095U	K43KD3		D46LG11		
7	S894415290	K43NH2	65.01	D46LH2	43.04	21.97
8	9031135069	K42EC12	70.01	D31ED2	84.02	-14.01
9	5215560080	D30DD4	314.01	D30DD4	222.04	91.98
	5256260060	D40EB4		D40EB4		
	5216260090	S03BB7		R03AA5		
	5217960080	T03QA5		T03QA5		
10	6788160141	K35KE2	101.04	D44DI8	50.01	51.04
11	5212752909	K43JK6	76.02	D34LA5	72.03	3.99
12	1236158131	K41ND6	61.00	D31FG3	82.03	-21.02
13	7662542090	K33IA4	99.04	D45KI9	57.02	42.02

Número de Pedido	Número de Repuesto	Ubicación (m)	Tiempo (s)	Ubicación propuesta	Tiempo (s)	Diferencia Antes-Después
14	310010K020	B06FD4	202.02	B06FD4	161.08	40.94
	9031195015	D32NF6		D32NF6		
	3123071052	D34IA2		D34IA2		
	9036312024	D35ND5		D35ND5		
	486090K080	K42MC4		D32FC5		
15	9031115002	K30JC2	153.03	D45JL12	53.10	99.94
16	8522212A90	J08DC8	95.04	B11NC4	86.01	9.03
17	8156142230	J03FB1	61.00	B05KA1	65.06	-4.06
18	4853142490	K33AG2	82.02	D36CB16	64.09	17.93
19	8423012120	K46MI5	64.00	D45JJ11	41.07	22.94
20	1636321030	K40CG5	78.02	D39KF4	58.07	19.95
21	42181KK010	K37JA1	79.02	D36EC18	59.06	19.96
22	42181KK010	K37JA1	72.01	D36EC18	60.01	12.00
23	0411122172	K30NC4	101.04	D42CA4	51.09	49.95
24	7560642130	S08CC9	128.01	R03AA6	65.00	63.01
25	87915B1030B0	D43EE5	134.01	D43EE5	107.03	26.99
	87910B4030	J10BC4		B07JC4		
26	1237228220	D35HC6	115.06	D35HC6	95.01	20.05
	1230528240	K36HA2		D36CB18		
27	7815037701	K34FD4	89.03	D36JM2	55.04	33.99

Número de Pedido	Número de Repuesto	Ubicación (m)	Tiempo (s)	Ubicación propuesta	Tiempo (s)	Diferencia Antes-Después
28	8792237110	J05FA4	69.01	B11NB2	82.08	-13.07
29	1717665020	D37BC10	123.00	D37BC10	77.07	45.94
	1910270160	D43HA11		D43HA11		
	1910165040	K41GF3		D39CA5		
30	31340B1020	J08DB8	88.03	B10CC3	86.09	1.94
31	130416407303	J12GC5	129.01	B10KC4	118.09	10.92
	130416407203	K42IA7		K42IA7		
32	3121036330	B05FC3	224.04	B05FC3	144.08	79.97
	3303260111	D37HC4		D37HC4		
	3123060201	D40AA1		D40AA1		
	9036312010	D44AC7		D44AC7		
	3342126110	K31DB2		D42BI10		
33	8161037190	J09DB3	83.02	B10FB1	67.02	16.00
34	091150K010	K43IE11	71.01	D36EC11	62.08	8.93
35	770100K011	J07NC1	67.01	B11HE2	87.04	-20.03
36	7555152130	J05JC1	90.03	B08CC1	77.01	13.02
37	4504649115	K42CC6	79.02	D42CG6	51.08	27.94
38	1230528240	K36HA2	80.02	D36CB18	68.07	11.95
39	6909035010	K41FE5	58.06	D40KF5	59.04	-0.98
40	766220K140	J05MC3	80.02	B09IC6	83.05	-3.03

Número de Pedido	Número de Repuesto	Ubicación (m)	Tiempo (s)	Ubicación propuesta	Tiempo (s)	Diferencia Antes-Después
41	7730007030	K43NB2	64.00	D36KH5	63.07	0.94
42	3336730060	K43HB8	71.01	D44JB3	45.08	25.93
43	9091905070	K43MD5	58.06	D41CG4	44.05	14.01
44	7555152130	J05JC1	76.02	B08CC1	72.09	3.93
45	1310330200	D33CE3	216.04	D33CE3	159.08	56.96
	117013002002	D34GB4		D34GB4		
	130413002002	D41NF2		D41NF2		
	1301330051	D44MJ10		D44MJ10		
	0411230332	K34GC1		D32EA2		
46	8965012B51	K39HD4	71.01	D36FE16	70.03	0.98
47	9046804190	K45GE15	50.05	D31LD4	80.01	-29.96
48	S475101160	J08CC4	84.02	B09JC2	73.09	10.93
49	S441191020	K43AI4	58.06	D36LF4	59.02	-0.96
50	9031058002	D42FC10	136.02	D42FC10	90.05	45.97
	0442760120	J08AF1		B11FF3		
51	1671117151	J07DA5	86.03	J07DA5	125.07	-39.04
	1636117040	J07FF1		B11GD6		
52	1237128210	D32GA2	133.01	D32GA2	117.00	16.01
	1236128250	D39MC6		D39MC6		
	1230528240	K36HA2		D36CB18		

Número de Pedido	Número de Repuesto	Ubicación (m)	Tiempo (s)	Ubicación propuesta	Tiempo (s)	Diferencia Antes-Después
53	0490637090	D39MA2	78.02	D39MA2	64.04	13.98
	0446837172	K43BG5		D45MA9		
54	68161B4010	D36IA1	245.01	D36IA1	181.03	63.97
	68162B4010	J08DE1		B05EA2		
	68164B4010	T03JC4		T03JC4		
55	1671117151	J07DA5	383.02	J07DA5	353.00	30.02
	5211960830	S02ED3		S02ED3		
	5391160030	S09GD4		R10FD4		
	5310160450	T01NB4		T01NB4		
	8846060460	T02EA3		T02EA3		
	5210160200	U06AA7		U06AA7		
56	SZ31101048	D30CB4	203.02	D30CB4	165.09	37.93
	4263355030	D35CB5		D35CB5		
	4263155031	D40GC4		D40GC4		
	4504639455	K41HG3		D40JB6		
57	9004363311	D43HC11	103.04	D43HC11	94.09	8.95
	9004363312	K44HD1		D32BD1		
58	1121331030	D40BD6	136.02	D40BD6	112.08	23.94
	1121431010	J12CG2		B07JB1		
59	131011710002	D38BD3	74.01	K40BA3	112.00	-37.99

Número de Pedido	Número de Repuesto	Ubicación (m)	Tiempo (s)	Ubicación propuesta	Tiempo (s)	Diferencia Antes-Después
	1301117030	D41BF4		D41BF4		
60	9004A94135	D37CA4	96.04	K38JA2	129.09	-33.06
	9004A94124	D44DE2		D44DE2		
	9095001759	D45NL7		D45NL7		
61	4774950090	D46KE15	116.06	D46KE15	153.05	-36.99
	5387512540	R06BA1		S08HA3		
62	9031135068	D45KD8	81.02	D45KD8	101.04	-20.02
	9031135069	K42EC12		D31ED2		
63	3123012191	D39GF3	168.05	D39GF3	132.04	36.01
	9031176003	D40AB2		D40AB2		
	3125005101	J05CA6		B10ID4		
	3121005043	J07DB5		B11FB1		
64	0411178F21	B11HB3	290.05	B11HB3	202.08	87.97
	SZ12610012	D37GC6		D37GC6		
	SZ17810007	D44NH6		D44NH6		
	17451E0110	D46AB10		D46AB10		
	16250E0251	J08LB2		B11IE3		
	17444E0060	K42JH6		D30JB4		
65	7539235220	D39GC1	137.02	D39GC1	123.09	13.92
	4774950090	D46KE15		D46KE15		

Número de Pedido	Número de Repuesto	Ubicación (m)	Tiempo (s)	Ubicación propuesta	Tiempo (s)	Diferencia Antes-Después
	5387950020	K43JI7		D30EC2		
66	3336260031	D39HC1	129.01	D39HC1	95.06	33.95
	3336835090	D43ME2		D43ME2		
	333680K040	K43KE1		D46KM15		
67	0411178F21	B11HB3	258.02	B11HB3	149.07	108.95
	SZ12610012	D37GC6		D37GC6		
	SZ17810007	D44NH6		D44NH6		
	17451E0110	D46AB10		D46AB10		
	16250E0251	J08LB2		B11IE3		
	17444E0060	K42JH6		D30JB4		
68	9036640129	D41FA10	210.03	D41FA10	165.07	44.96
	9036630096	D44EH9		D44EH9		
	9036328020	D44IE9		D44IE9		
	9036628016	D44JI8		D44JI8		
	9036325081	D45LC3		D45LC3		
	9036642009	K43HH10		D41JK1		

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Los pedidos presentes en la Tabla 7 se tomaron del histórico de pedidos de los últimos meses de manera aleatoria, los pedidos mayores de 2 ítems se recolectan en conjunto, tomando el tiempo en la totalidad de ítems (artículos) como se muestra en la tabla.

Los 68 pedidos tomados en consideración para el muestreo contienen artículos que se tomaron en cuenta en el análisis anterior de rotación, los cuales presentaron posibles mejoras de ubicación según su rotación, tiempos que también se tomaron y se encuentran en la Tabla 7, para hacer un análisis del antes y el después según la propuesta de cambio de ubicación.

Según el resultado obtenido en la toma de tiempos, se muestra que la propuesta de ubicaciones tiene un 79 % de pedidos con disminución de tiempos con respecto a la ubicación actual y a la propuesta; con disminuciones de tiempo de hasta 108.95 segundos.

Figura 10

Resultado porcentual de la toma de tiempos en una muestra de 68 órdenes



Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Los tiempos que dieron mayor con relación al antes y después de la propuesta se identifican de manera general que se debe a que la gran mayoría de pedidos con esta condición fueron de 1 ítem, esto debido a dos factores; el volumen de pedido y su rotación según el ICC no era viable reubicarlo en los primeros estantes por efecto a estantes más aislados.

4.1.6 Datos históricos de productividad

El Departamento de la Bodega de repuestos de Purdy Motor tiene como meta cumplir con una productividad global de 41,5 líneas por hora; el análisis de los datos se realizó del mes de marzo del 2019 a marzo del 2020, debido a la variación de la demanda por efecto de la pandemia.

La productividad global se basa en las unidades de medida **Líneas/horas**; la cual toma en consideración las siguientes variables para su cálculo:

- Productividad *Binning*: las líneas/horas trabajadas en el proceso de guardado de los repuestos en sus respectivas ubicaciones.
- Productividad de Devoluciones: las líneas/horas trabajadas en el proceso de recepción de pedidos devueltos por otras sucursales y clientes directos.
- Productividad de Pedido Especial: las líneas/horas trabajadas en el proceso de chequeo y despacho de los pedidos especiales de repuestos (los pedidos especiales ya cuentan con un cliente asignado).
- Productividad *Shipping* + BKO: las líneas/horas trabajadas en el proceso de envío o despacho de pedidos a otras sucursales o clientes directos.
- Productividad *Picking*: las líneas/horas trabajadas en el proceso de recolección de los repuestos facturados para su correspondiente despacho.
- Productividad Accesorios: las líneas/horas trabajadas en el proceso de manejo de accesorios, la cual abarca el *picking*, *binning*, devoluciones y *shipping*.

El cálculo de la productividad global se basa de la siguiente formula:

Productividad Global = (Líneas *Binning* + Líneas Devoluciones + Líneas Pedido Especial + Líneas *Shipping* + Líneas *Picking* + Líneas Accesorios) / (Horas *Binning* + Horas Devoluciones + Horas Pedido Especial + Horas *Shipping* + Horas *Picking* + Horas Accesorios)

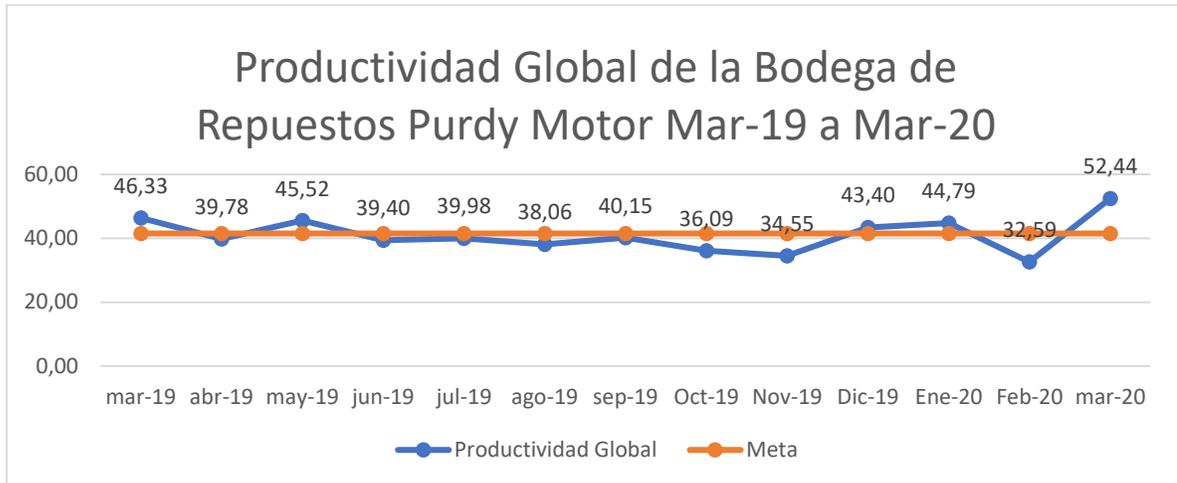
El cálculo de la productividad global no depende de la demanda, debido a que se calcula de acuerdo con las horas trabajadas en cada una de las actividades, las cuales se registran en una bitácora diaria para su posterior cálculo mensual.

La Figura 11 muestra el comportamiento mensual de la productividad global de la bodega de repuestos, de los 12 meses de estudio, solo en 5 ocasiones se logra cumplir con la meta establecida, esto representa que se logra llegar a la meta un 41,67 % de las veces.

El mes con menor productividad global se dio en febrero del 2020, llegando a un valor de 32,59 líneas por hora, lo que refleja una ineficiencia de 8,91 líneas por hora para llegar a la meta.

Figura 11

Productividad Global de la Bodega de Repuestos de Purdy Motor



Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

4.1.7 Formularios

En el siguiente formulario, se registra la toma de tiempos de acuerdo con la ubicación actual, y la toma de tiempo de las ubicaciones propuestas, basados en la rotación y tamaño de los repuestos:

Tabla 8

Formulario para toma de tiempos y distancia

Número de Pedido	Número de Repuesto	Ubicación	Tiempo (s)	Ubicación propuesta	Tiempo (s)	Diferencia Antes-Después

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

4.2 DISEÑO

Basándose en el análisis del estudio realizado, se identifican algunas mejoras y se proponen las siguientes posibles soluciones para el aumento de la productividad de la bodega de repuestos de Ciudad Toyota 1:

4.2.1. Descripción de Primer Propuesta de Mejora-Reubicación de repuestos según su rotación actual

La primera propuesta de mejora es un plan estratégico del posicionamiento/ubicación de los repuestos, basándose en la rotación de cada uno de ellos; la cual va a reflejar un impacto positivo en el proceso de *binning*, *picking* y accesorios; ya que son procesos que se ven directamente afectados por la rotación de los artículos, y esto va a significar una disminución representativa del tiempo y recorrido de estos procesos; aumentando directamente la productividad global de la bodega de repuestos de Ciudad Toyota 1.

Como se ha mencionado la bodega cuenta con 3 estantes de dos plantas cada uno, uno pequeño, otro mediano y el último grande; esto va a representar una limitante para la reubicación de las piezas, no solo se debe realizar según su rotación, sino también según su tamaño.

La cantidad de ubicaciones o distribución de toda la bodega se mantendrá de la misma manera, la propuesta va enfocada en el cambio de ubicaciones entre una parte y otra, según su tamaño y rotación. Las ubicaciones de los estañones de aceite y de las llantas que se encuentran en la parte trasera de la bodega no se tomaran en consideración para la reubicación debido al tamaño de los artículos.

Luego, con respecto a la *Tabla 6*, la propuesta de la distribución de las ubicaciones sería la siguiente:

Tabla 9*Distribución propuesta*

Rotación	Estantes	Planta	Ubicaciones	Porcentaje Ubicado	Cantidad de Artículos/Ubicaciones
Alta	Piezas Grandes	Planta Baja	R-T	5,3 %	144
		Planta Alta	S-U	0,0 %	0
	Piezas Medianas	Planta Baja	B	21,5 %	589
		Planta Alta	J	0,0 %	0
	Pieza Pequeñas	Planta Baja	D	73,2 %	2000
		Planta Alta	K	0,0 %	0

Rotación	Estantes	Planta	Ubicaciones	Porcentaje Ubicado	Cantidad de Artículos/Ubicaciones
Media	Piezas Grandes	Planta Baja	R-T	13,1 %	1836
		Planta Alta	S-U	1,0 %	142
	Piezas Medianas	Planta Baja	B	11,3 %	1567
		Planta Alta	J	4,6 %	648
	Pieza Pequeñas	Planta Baja	D	70,0 %	9799
		Planta Alta	K	0,0 %	0

Rotación	Estantes	Planta	Ubicaciones	Porcentaje Ubicado	Cantidad de Artículos/Ubicaciones
Baja	Piezas Grandes	Planta Baja	R-T	3,9 %	771
		Planta Alta	S-U	15,9 %	3107
	Piezas Medianas	Planta Baja	B	0,4 %	71
		Planta Alta	J	17,9 %	3524
	Pieza Pequeñas	Planta Baja	D	18,6 %	3644
		Planta Alta	K	43,3 %	8489

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

A continuación, en la Tabla 10 se brinda la información comparativa de la distribución actual en relación con la propuesta:

Tabla 10

Distribución actual vs propuesta

Rotación	Estantes	Planta	Porcentaje	Cantidades	Porcentaje	Cantidades	Diferencias	Diferencias
			Actual	Actuales	Propuesto	Propuestas	Porcentaje	Cantidades
Alta	Piezas Grandes	Planta Baja	4,9 %	134	5,3 %	144	0,40 %	10
		Planta Alta	0,4 %	10	0,0 %	0	-0,40 %	-10
	Piezas Medianas	Planta Baja	19,6 %	535	21,5 %	589	1,90 %	54
		Planta Alta	1,9 %	54	0,0 %	0	-1,90 %	-54
	Pieza Pequeñas	Planta Baja	71,7 %	1960	73,2 %	2000	1,50 %	40
		Planta Alta	1,5 %	40	0,0 %	0	-1,50 %	-40
Media	Piezas Grandes	Planta Baja	9,6 %	1350	13,1 %	1836	3,50 %	486
		Planta Alta	4,5 %	628	1,0 %	142	-3,50 %	-486
	Piezas Medianas	Planta Baja	8,2 %	1143	11,3 %	1567	3,10 %	424
		Planta Alta	7,7 %	1072	4,6 %	648	-3,10 %	-424
	Pieza Pequeñas	Planta Baja	57,0 %	7975	70,0 %	9799	13,00 %	1824
		Planta Alta	13,0 %	1824	0,0 %	0	-13,00 %	-1824
Baja	Piezas Grandes	Planta Baja	6,5 %	1267	3,9 %	771	-2,60 %	-496
		Planta Alta	13,3 %	2611	15,9 %	3107	2,60 %	496
		Planta Baja	2,8 %	549	0,4 %	71	-2,40 %	-478

Rotación	Estantes	Planta	Porcentaje	Cantidades	Porcentaje	Cantidades	Diferencias	Diferencias
			Actual	Actuales	Propuesto	Propuestas	Porcentaje	Cantidades
	Piezas Medianas	Planta Alta	15,5 %	3046	17,9 %	3524	2,40 %	478
	Pieza	Planta Baja	28,1 %	5508	18,6 %	3644	-9,50 %	-1864
	Pequeñas	Planta Alta	33,8 %	6625	43,3 %	8489	9,50 %	1864

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

4.2.1.1 Limitaciones

Algunas de las limitantes u observaciones que se presentan para el intercambio de ubicaciones son las siguientes:

- Se debieron trabajar 3 listas por separado, ya que se debió revisar por tamaño (pequeño, mediano, grande).
- Para el caso de las piezas de tamaño mediano existe una bodega de accesorios ubicado en la planta baja, la cual no se puede contemplar para el cambio en este sector, ya que es un espacio que se maneja con llave por el valor de los artículos y no se pueden cambiar de ubicación; por lo que 71 artículos de baja rotación ubicados en la planta baja (en la bodega de accesorios) no se pueden cambiar de posición.
- Se encontraron 79 piezas grandes con ICC E1, pero con MAD igual a 0, en el estante de arriba (ubicaciones S-U), por lo cual, con estas se toma la decisión de que sigan en las mismas ubicaciones y no pasen a la planta baja; igualmente se encuentran 22 piezas con

ICC mayor a F, pero con MAD mayor a 0 en los estantes de abajo, por lo que estas se seguirán ubicando en los mismos sitios.

- Con 63 artículos grandes adicionales se decide que se sigan ubicando en la planta alta, debido a que de lo contrario se localizarían en las ubicaciones de la parte trasera de la planta baja (T) y esto representaría mayor trayecto por recorrer, los 63 artículos que quedarían en la parte de arriba corresponden a los que menos rotan y se encuentren los más cercano a distribución.
- Existen unas ubicaciones llamadas “Usados #”, con las cuales se hicieron algunos cambios de ubicaciones, después del intercambio se deberían hacer cambios de nombre de ubicaciones.
- Después del cambio de ubicaciones de alta rotación en la planta alta, se revisan las piezas grandes de alta rotación ubicadas en la parte trasera y se cambian a la parte de adelante.
- Se encuentran piezas de alta rotación en ubicaciones Temporales, por lo que se cambian de posición con piezas de baja rotación.

En el Anexo 3 se encuentran unos ejemplos del trabajo realizado para la propuesta de reubicación de piezas.

4.2.1.2 Beneficios

Con la implementación de esta propuesta se lograrán los siguientes beneficios:

1. Una mejor ubicación para los repuestos de acuerdo con su rotación.
2. Mejoramiento en los tiempos de almacenamiento o *binning*.

3. Mejora en los procesos de *picking*, al estar ubicados las piezas de mayor rotación al inicio de los estantes y pasillos.
4. Un mayor aprovechamiento en las diferentes actividades en el área de bodega, al generar un incremento de la productividad, puede generar una alternativa de soporte en otras áreas de acuerdo con el flujo de las cargas de trabajo de *picking*.
5. Un mejor servicio a los clientes, al llevar una mejor gestión de pedidos, convirtiendo la empresa más competitiva. Con el fin de lograr un mayor número de entregas de artículos a su respectivo destino de entrega.
6. Reducción en los costos de almacenamiento, al estar los productos en una mejor distribución, donde se reducen las pérdidas o deterioros de los artículos.

4.2.1.3 Costos

En la Tabla 11 se detalla el cálculo de costos inicial de la implementación de la propuesta

Tabla 11*Cálculo de Costos Iniciales Primer Propuesta*

Actividad	Ubicaciones	Tiempo por Ubicación (min)	Tiempo Total (min)	Tiempo Total (h)	Costo Total
Reubicar piezas Grandes	1036	20	20720	345.33	₪ 665.486,11
Reubicar piezas Medianas y Pequeñas	4684	10	46840	780.67	₪ 1.504.409,72
Cambiar ubicaciones en sistema	5720	3	17160	286	₪ 610.729,17
Inspección total	5720	5	28600	476.67	₪ 1.117.187,50
Costo Total					₪ 3.937.395,83

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Tabla 12*Costos Totales Primer Propuesta*

Actividad	Encargado	Horas	Costo por hora
Programar días y definir bodegueros	Supervisor	3	₡ 14.843,75
Preparar listados de reubicación	Supervisor	5	₡ 24.739,58
Reubicación	Bodeguero Junior	1126	₡ 2.169.895,83
Cambiar ubicaciones en sistema	Bodeguero	286	₡ 610.729,17
Inspección total	Bodeguero Senior	953.33	₡ 1.117.187,50
Costo Total			₡ 3.937.403,65

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

4.2.2 Descripción de Segunda Propuesta de Mejora-Capacitación Continua

Se propone una capacitación continua del personal de bodega, debido a que el personal está en constante rotación o cambio de tareas y responsabilidades; con el fin de tener un personal capacitado por cualquier aumento de cargas de trabajo.

El plan de capacitación estaría enfocado por el tipo de bodeguero (Bodeguero, Bodeguero Jr. y Bodeguero Sr.) según sus funciones, lo cual resulta en tener tres diferentes planes de capacitación.

Durante el recorrido de la toma de tiempos y distancias, se obtuvieron varios hallazgos con relación al tema de entrenamientos y rotación de responsabilidades, en la cual se observa una posible área de mejora, ya que se nota que se están presentando reprocesos, y no se sigue en su totalidad lo que indican los procedimientos.

El reentrenamiento continuo del personal permite escuchar las mejoras de este por parte de los colaboradores, de tal manera que genera un liderazgo para planear y realizar los procesos, eficientemente, en equipo de las diferentes actividades.

El reentrenamiento se puede basar mediante presentaciones con los procedimientos internos de cada área. Al finalizar el entrenamiento se propone realizar una prueba escrita con tres diferentes tipos de exámenes con 10 preguntas, aproximadamente, para cada uno de ellos (Anexos de referencia desde el 18 al 20 en caso del proceso de *picking*), donde se le solicitará al colaborador como nota mínima de 80 puntos, con el fin de garantizar dicha capacitación, de lo contrario se debe de capacitar nuevamente y adicional se le realizará otra prueba que presente diferentes preguntas al que realizó inicialmente.

La finalidad de esta propuesta es realizar un plan de entrenamiento para todos los bodegueros, cada vez que se realice cambio de funciones; el cual se programaría cada tres meses, sin tomar en consideración el entrenamiento inicial; la propuesta está enfocada en un reentrenamiento de los bodegueros actuales.

La aplicación de los entrenamientos debe verificarse de acuerdo con la matriz de entrenamiento, para ampliar ver Anexos del 8 al 10.

4.2.2.2.1 Beneficios

Con la implementación de la propuesta de capacitación continua se lograrán los siguientes beneficios:

1. Un personal altamente cualificado.
2. Retención del talento.

3. Mejor productividad en el flujo de proceso.
4. Retroalimentación de los procesos.
5. Empoderamiento en los procesos.

4.2.2.2 Costos

Tabla 13

Costos Capacitación Anual a Bodeguero Junior y Bodeguero

Actividad	Descripción de Actividad	Encargado	Total Final
1	Revisar la matriz de entrenamiento de capacitación continua de los procesos de la bodega según la categoría de bodeguero	Bodeguero Senior	₪ 18.750,00
2	Elaborar y revisar presentación de las capacitaciones trimestrales	Bodeguero Senior	₪ 18.750,00
3	Programar los días que se va a realizar el entrenamiento para indicarle a los bodegueros y aplicar el examen	Bodeguero Senior	₪ 9.375,00

Actividad	Descripción de Actividad	Encargado	Total Final
4	Desarrollar capacitación mediante los procedimientos de la bodega, diagrama de flujo y los croquis del nivel 1 y nivel 2	Bodeguero Senior	₪ 371.875,00
5	Aplicar el examen	Bodeguero Senior	₪ 123.958,33
6	Revisar resultado de los exámenes, si no se cumplió con la nota mínima de 80 puntos, se debe entrenar nuevamente	Bodeguero Senior	₪ 9.375,00
7	Reentrenamiento y aplicación de examen	Bodeguero Senior	₪ 37.500,00
Costo total			₪ 589.583,33

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Tabla 14*Costos Capacitación Anual a Bodeguero Senior*

Actividad	Descripción de Actividad	Encargado	Total Final
1	Revisar la matriz de entrenamiento de capacitación continua de los procesos de la bodega según la categoría de bodeguero	Supervisor	₪ 39.583,33
2	Elaborar y revisar presentación de las capacitaciones trimestrales	Supervisor	₪ 39.583,33
3	Programar los días que se va a realizar el entrenamiento para indicarle a los bodegueros y aplicar el examen	Supervisor	₪ 19.791,67
4	Desarrollar capacitación mediante los procedimientos de la bodega, diagrama de flujo y los croquis del nivel 1 y nivel 2	Supervisor	₪ 228.125,00
5	Aplicar el examen	Supervisor	₪ 76.041,67
6	Revisar resultado de los exámenes, si no se cumplió con la nota mínima de 80 puntos, se debe entrenar nuevamente	Supervisor	₪ 19.791,67
7	Reentrenamiento y aplicación de examen	Supervisor	₪ 79.166,67
Costo total			₪ 502.083,33

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Tabla 15

Costos Totales Primer Propuesta

Detalle	Costo total Capacitaciones
Capacitación Bodeguero y Bodeguero Jr.	₪ 589.583,33
Capacitación Bodeguero Sr.	₪ 502.083,33
Total Anual	₪ 1.091.666,67

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

4.2.3 Descripción de Tercera Propuesta de Mejora-Implementación del uso de un *scotter* Zallys para el proceso de guardado y *picking* de repuestos

La tercera propuesta se enfoca en la compra de un scooter eléctrico de almacén para el transporte de los operadores en la bodega y el proceso de guardado y *picking* de repuestos.

Se revisan varios *scotter* y el que se acopla mejor a las necesidades del proyecto para el aumento de la productividad, y al espacio de la bodega es el Scooter eléctrico marca Zallys.

Este scooter presenta las siguientes características técnicas según la página Zallys:

- Tiene una capacidad de transporte de hasta 500 kg en plano.
- Un diseño versátil y compacto de 2011 x 814 x 966 mm.
- Dispositivo para la interrupción de alimentación o parada de emergencia.
- Tiene un dispositivo de iluminación y señalización acústica para mayor seguridad del operador ante cualquier emergencia.
- Cuenta con una velocidad máxima de marcha delantera de 9 km/h.

- Cuenta con una velocidad máxima de marcha trasera de 7 km/h.
- La herramienta es eléctrica, la cual se carga directamente de la electricidad, igualmente requiere de lubricación con aceite 80W-90.
- Tiene capacidad de tracción máxima en plano de 1500 kg.

El objetivo de esta propuesta es disminuir el tiempo de recolección, guardado de repuestos y cualquier otra actividad que se requiera dentro de la bodega, para el mejor aprovechamiento de los recursos y esto se refleje en el aumento de la productividad global de la bodega.

La propuesta va enfocada en el área de repuestos medianos y pequeños, por el tamaño del scooter; a este medio de transporte se le puede acoplar una canasta para el mejor aprovechamiento de la herramienta, ya que tiene una capacidad de hasta 500 kg.

El modelo propuesto es el Zallys S2, Vehículo Remolcador para Industria, el cual se observa en las siguientes imágenes:

Figura 12

Zallys S2, Vehículo Remolcador para Industria



Nota: fuente de la fotografía: <https://www.zallys.com/es/p/s2-remolcador-electrico-con-plataforma-4-ruedas-1-conductor-con-capacidad-de-carga-y-remolque#applicazioni>

Figura 13

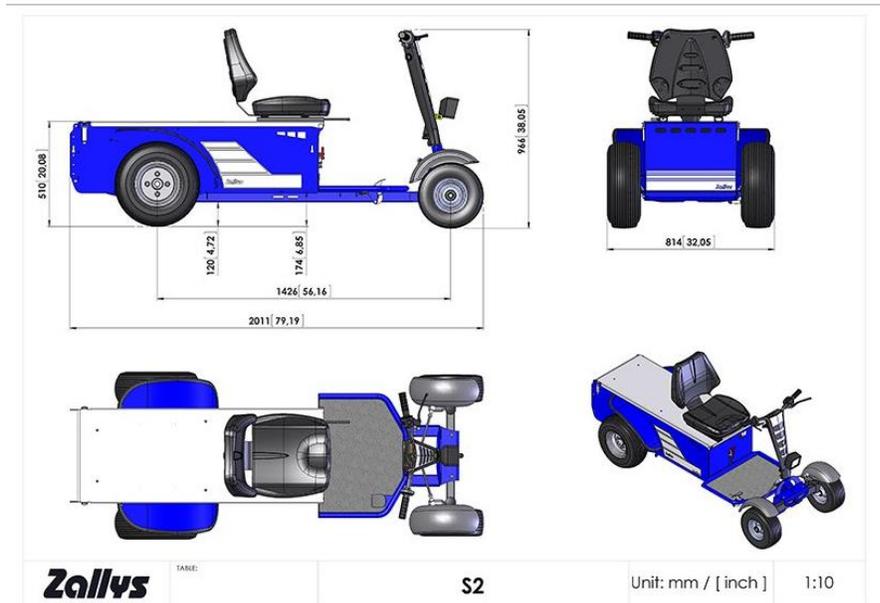
Zallys S2, Vehículo Remolcador para Industria



Nota: fuente de la fotografía: <https://www.zallys.com/es/p/s2-remolcador-electrico-con-plataforma-4-ruedas-1-conductor-con-capacidad-de-carga-y-remolque#applicazioni>

Figura 14

Dimensiones Modelo Zallys S2, Vehículo Remolcador para Industria



Nota: fuente de la fotografía: <https://www.zallys.com/es/p/s2-remolcador-electrico-con-plataforma-4-ruedas-1-conductor-con-capacidad-de-carga-y-remolque#aplicazioni>

4.2.3.1 Beneficios

- Disminución del tiempo de guardado y recolección de repuestos.
- Aumento de la productividad global de la bodega de repuestos.
- Disminución de la fatiga de los operadores, ya que se pueden transportar con el scooter dentro de la bodega.
- Disminución en el tiempo de respuesta en la entrega del repuesto al destinatario final.

4.2.3.2 Costos

A continuación, se detallan los costos relacionados a la propuesta:

Tabla 16

Costos Iniciales Tercera Propuesta

Descripción de Actividad	Encargado	Horas	Costo por hora
Solicitar autorización de la compra	Supervisor	1	₪ 4.947,92
Comprar del scooter	Supervisor	0.5	₪ 2.473,96
Utilización y prueba de la herramienta	Supervisor	10	₪ 49.479,17
Planificar mantenimiento del scooter según las especificaciones técnicas del suplidor	Supervisor	5	₪ 24.739,58
Capacitación del uso del scooter	Supervisor	1.5	₪ 7.421,88
Uso de la herramienta	Bodegueros	0	₪ -
Total			₪ 89.062,50

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Tabla 17*Costos Iniciales Tercera Propuesta*

Compra del scooter	Costo
Costo del scooter	€ 4.074.705,71
Costo accesorio (plataforma)	€ 299.867,75
Costo de importación	€ 4.108.498,48
Total	€ 8.483.071,95

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

La totalidad del costo de la propuesta es de €8.572.134,45.

4.3 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Se detalla el plan de implementación de cada una de las propuestas y los recursos requeridos

4.3.1 Plan de implementación de la propuesta de mejora 1**Tabla 18***Plan de implementación de la propuesta de mejora 1*

 Plan de Implementación del Cambio de Ubicaciones		
Actividad	Descripción de Actividad	Encargado
1	Formar un grupo de bodegueros, los cuales van a ser los encargados de hacer los cambios de ubicación de los repuestos.	Supervisor de Bodega

2	Programar los días que se van a hacer los cambios, para indicarle a los bodegueros cuáles serán sus funciones esos días.	Supervisor de Bodega
3	Preparar varios listados con las ubicaciones actuales y las nuevas, los cuales serán tipo <i>check list</i> para marcar cada repuesto que ya fue reubicado; estos listados serán distribuidos entre los bodegueros.	Supervisor de Bodega
4	Preparar todos los materiales necesarios para hacer el traslado los días de reubicación (carretillos, bolsas plásticas, basureros, montacargas, etc.).	Bodeguero Junior
5	Realizar los cambios de ubicaciones de forma ordenada, tal como lo van indicando los listados.	Bodeguero Junior
6	Cambiar las ubicaciones a nivel sistema.	Bodeguero
7	Hacer una inspección para verificar que los repuestos se encuentren en las ubicaciones correctas, y a nivel sistema se haya realizado el cambio; esta inspección se puede manejar con el mismo <i>check list</i> utilizado para realizar los cambios.	Bodeguero Senior

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Tiempo de implementación:

Tabla 19

Tiempo de implementación de la propuesta de mejora 1

Bodegueros Jornada completa	Horas por semana	Cantidad de semanas	Meses Proyecto
3	120	9.38	2.35

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Control:

Una vez al año realizar un estudio de rotación para identificar posibles cambios de ubicación entre repuestos según sus tamaños, y reubicarlos según los resultados obtenidos.

4.3.2 Plan de implementación de la propuesta de mejora 2

Tabla 20

Plan de implementación de la propuesta de mejora 2-Bodeguero y Bodeguero Jr.

 Plan de Capacitación Continua Bodeguero y Bodeguero Jr.		
Actividad	Descripción de Actividad	Encargado
1	Revisar la matriz de entrenamiento de capacitación continua de los procesos de la bodega según la categoría de bodeguero	Bodeguero Senior
2	Elaborar y revisar presentación de las capacitaciones trimestrales	Bodeguero Senior
3	Programar los días que se va a realizar el entrenamiento para indicarle a los bodegueros y aplicar el examen	Bodeguero Senior
4	Desarrollar capacitación mediante los procedimientos de la bodega, diagrama de flujo y los croquis del nivel 1 y nivel 2	Bodeguero Senior
5	Aplicar el examen	Bodeguero Senior
6	Revisar resultado de los exámenes, si no se cumplió con la nota mínima de 80 puntos, se debe entrenar nuevamente	Bodeguero Senior
7	Reentrenamiento y aplicación de examen	Bodeguero Senior

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Tabla 21

Plan de implementación de la propuesta de mejora 2-Bodeguero y Bodeguero Jr.

 PML GRUPO PURDY	Plan de Capacitación Continua Bodeguero Senior	
Actividad	Descripción de Actividad	Encargado
1	Revisar la matriz de entrenamiento de capacitación continua de los procesos de la bodega según la categoría de bodeguero	Supervisor
2	Elaborar y revisar presentación de las capacitaciones trimestrales	Supervisor
3	Programar los días que se van a realizar el entrenamiento para indicarle a los bodegueros y aplicar el examen	Supervisor
4	Desarrollar capacitación mediante los procedimientos de la bodega, diagrama de flujo y los croquis del nivel 1 y nivel 2	Supervisor
5	Aplicar el examen	Supervisor
6	Revisar resultado de los exámenes, si no se cumplió con la nota mínima de 80 puntos, se debe entrenar nuevamente	Supervisor
7	Reentrenamiento y aplicación de examen	Supervisor

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Tiempo de implementación:

Esta propuesta se puede implementar de inmediato, son capacitaciones trimestrales por lo que se esperarían ver resultados positivos un año después de la implementación.

Control:

Esta capacitación debe realizarse cada tres meses, dicha verificación debe controlarse con la matriz de control de entrenamientos, refiérase a los Anexos del 8 al 10.

4.3.3 Plan de implementación de la propuesta de mejora 3

Tabla 22

Plan de implementación de la propuesta de mejora 2

 Implementación del uso de un scooter Zallys para el proceso de guardado y picking de repuestos		
Actividad	Descripción de Actividad	Encargado
1	Solicitar autorización de la compra	Supervisor
2	Comprar del scooter	Supervisor
3	Utilización y prueba de la herramienta	Supervisor
4	Planificar mantenimiento del scooter según las especificaciones técnicas del suplidor	Supervisor
5	Capacitación del uso del scooter	Supervisor

6	Uso de la herramienta	Bodegueros
---	-----------------------	------------

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Tiempo de implementación:

El tiempo va a depender de la duración de la aprobación y del tránsito del scooter, un tiempo estimado para la utilización de la herramienta una vez se solicita la autorización de la compra es de seis meses.

Control:

Realizar un plan mensual de mantenimiento preventivo para el scooter eléctrico.

4.4 ANÁLISIS FINANCIERO

4.4.1 Inversión inicial

Se realiza una lista de rubros que se considera como inversion inicial, las cuales se detallan a continuacion:

- Reubicacion de piezas según su rotación: se debe preparar un listado y seleccionar un grupo de 3 bodegueros en una jornada completa para la reubicacion de las piezas según la lista propuesta. El tiempo de implementación requerido es de 1126 horas, para que se desarolle en un periodo de 2.35 meses, y tiene un costo total de ¢3.937.403,65
- Planificación de la compra del scooter: el supervisor debe solicitar el visto bueno de la Gerencia para la compra y se encarga de la gestión de esta, lo cual tiene un costo de ¢56.901,04.
- Planificar mantenimiento preventivo del scooter según las especificaciones técnicas del suplidor: este tiene un costo adicional de ¢24.739,58.

- Adquisición del scotter eléctrico: se debe de comprar e importar el scotter, directamente con el proveedor, y tiene un costo de inversión de ¢8.483.071,95.
- Capacitación del uso del scotter: se debe de realizar una capacitación con las personas involucradas requeridas para su uso, el desarrollo de la capacitación dura aproximadamente 1.5 horas, con un costo inicial de implementación de ¢7.421,88.

En la Tabla 23 se detalla el resumen de los costos de inversión inicial requeridos de las propuestas:

Tabla 23

Inversión Inicial

Actividades	Costo de inversion
Reubicación de piezas según su rotación	¢3.937.403,65
Planificación de la compra del scooter	¢ 56.901,04
Planificar mantenimiento preventivo del scooter	¢ 24.739,58
Compra del scotter	¢ 8.483.071,95
Capacitación del uso del scotter	¢ 7.422,00
Costo Total	¢ 12.509.538,22

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

4.4.2 Costos fijos

Los costos fijos que se requieren durante la implementación anual de las propuestas son los siguientes:

- Plan de entrenamiento: elaborar una matriz con los diferentes procesos por capacitar según la categoría del bodeguero y calendarizar los entrenamientos, los cuales van a ser por trimestre. Los costos de planeación anual son de ¢ 145.833.

- Ejecución de entrenamiento y revisión de resultados: estas capacitaciones contemplan a todo el personal de bodega, el desarrollo de la capacitación de acuerdo con los entrenamientos requeridos según la matriz de entrenamiento, con la evaluación escrita y análisis de resultados, tienen un costo promedio anual de ¢ 945.833.
- Control anual de las ubicaciones: se propone que se realice un control de al menos un 2 % de las ubicaciones una vez al año, este 2 % es estimado, y dependerá del comportamiento de la demanda de los artículos en el momento del estudio en relación con sus ubicaciones. Este 2 % representa un costo anual de ¢673.944,44, por lo que se espera un 98 % de efectividad de las partes al ser reubicadas el 15 % de la propuesta inicial.

En la Tabla 24 se detalla el resumen de los costos fijos requeridos para la propuesta de capacitación continua:

Tabla 24*Costos Fijos*

Actividad	Cantidad de personas	Cantidad de horas anuales	Costo Total Anual
Costos fijos de plan de entrenamiento de capacitación	2	40	₪ 145.833
Entrenamiento y revisión de resultados de la capacitación	20	72	₪ 945.833
Mantenimiento preventivo del scooter	1	6	₪ 24.739,58
Control anual de reubicación de piezas de alta rotación	3	325	₪ 673.944,44
Total			₪ 1.790.350,02

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

4.4.3 Costo Totales

A continuación se presenta la tabla 25 con el resumen de los costos totales de las tres propuestas de mejora:

Tabla 25*Costos Totales*

Costos	Total
Inversión inicial	₪ 13.626.717
Costos fijos	₪ 1.091.666
Total	₪ 14.718.383

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

4.3.4 Costo Beneficio**Propuesta Reubicación de Piezas**

Con base en la propuesta de reubicación de piezas se realiza un muestreo de manera aleatoria de 68 órdenes, en el cual se compara la ubicación actual con la ubicación propuesta, y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 26*Resumen toma de tiempos propuesta*

Toma de tiempos	S	h	Costo por hora promedio
Ubicación actual	8448.67	2.35	₪ 5.011,51
Ubicación propuesta	6903.43	1.92	₪ 4.094,92
Ahorro de tiempo	1545.24	0.43	₪ 916,59

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Suponiendo que la totalidad de órdenes al mes (49.934 en promedio) tienen un comportamiento similar a la muestra de las 68 órdenes, el ahorro anual sería de ¢ 8.076.885, cuyo detalle se muestra a continuación:

Tabla 27

Ahorro Propuesta Ubicaciones

Ahorro	Total
Ahorro por orden	¢ 13,48
Ahorro por mes (49.934 órdenes)	¢ 673.073,78
Ahorro por año	¢ 8.076.885,31

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

El costo inicial de inversión es de ¢12.509.538,22, en el segundo año se obtendrá un beneficio de ¢6.233.002,93; debido a la inversión inicial; en los próximos periodos se obtendrá un beneficio de ¢8.076.885,31 anual; debido a que los costos de inversión se presentaran solo al inicio del proyecto.

Tabla 28

Beneficio Propuesta Ubicaciones

Inversión inicial	¢ 12.509.538,22
Costos fijos	¢ 1.790.350,02
Ahorro anual	¢ 8.076.885,31
Costo/Beneficio Primer año	¢ - 6.233.002,93

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

En la Tabla 29 se detallan las proyecciones de costo beneficio de las tres propuestas en 5 años, con una inversión inicial de ¢ 12.509.538,22, con ingresos en el periodo 1 de 8.076.885,31, con un aumento del 10 % cada año e iniciando en el año 1 con un ¢ 1.790.350,02, de egresos con un aumento del 20 % de manera uniforme, donde se obtiene una tasa de retorno estimada del 47 %, lo que proyecta una propuesta de proyecto rentable.

Tabla 29

Cálculo Tasa Interna de Retorno

Periodo	Ingresos	Egresos	Flujos de Efectivo Neto
0			-12.509.538,22
1	8.076.885,31	1.790.350,02	6.286.535,29
2	8.884.573,84	2.148.420,02	6.736.153,82
3	9.773.031,23	2.578.104,03	7.194.927,20
4	10.750.334,35	3.093.724,83	7.656.609,51
5	11.825.367,78	3.712.469,80	8.112.897,98

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

El aumento de la productividad global al implementar esta propuesta de mejora es de 7,3 líneas/hora, lo que representa un aumento del 18 % en relación con la productividad global actual.

Tabla 30

Aumento de la productividad Global

Productividad Global	
Actual	40 líneas/hora
Propuesta	47,3 líneas/hora

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2020).

Propuesta compra de Scooter Eléctrico

En relación con la propuesta de la compra y uso del scotter eléctrico en el primer nivel de la bodega se detalla el beneficio obtenido de acuerdo con la condición actual:

El promedio de productividad global en el periodo de marzo 2019 y marzo 2020 de la bodega de repuestos es de 40 líneas/hora, con una velocidad promedio de 5 km/h, actualmente, no existe un medio de transporte para movilizarse y hacer el proceso de búsqueda y guardado de repuestos; de acuerdo con el periodo mencionado la distribución de las líneas involucradas fue de un 93 % en el primer nivel y un 7 % en el segundo nivel.

El scotter propuesto cuenta con una velocidad promedio de 8 km/h (9 km/h marcha delantera y 7 km/h marcha trasera) el uso de esta herramienta representaría un incremento de 19 líneas por hora, para obtener una productividad global de 59 líneas por hora; y se toma en consideración que se utilizaría únicamente en el primer nivel.

Tabla 31

Aumento de la productividad Global

Productividad Global	
Actual	40 líneas/hora
Propuesta	59 líneas/hora

Nota: la fuente de la tabla es de elaboración propia (2021).

Propuesta de Capacitación Continua

El costo anual de esta propuesta es de ¢ 1.091.666,67, el beneficio de esta propuesta se podrá medir a mediano o largo plazo, después de implementado, por lo que monetariamente no se podría estimar.

Para efectos cualitativos los beneficios de la implementación de esta propuesta es que los colaboradores contarán con mayor visión y enfoque que impacte en sus habilidades y criterio, entre más herramientas tengan a su alcance, pueden tomar mejores decisiones y resolver problemas de la manera óptima, lo cual influye, directamente, en la productividad de la bodega.

Con este plan de capacitación continua, también, se espera llegar a la meta de 0 errores mensuales, ya que los colaboradores van a tener un refrescamiento constante de sus labores.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basándose en el diagnóstico que se realizó de la operación actual de los procesos que se desarrollan en la bodega de repuestos de Purdy Motor se detectan los siguientes hallazgos:

- Las colillas de los pedidos para el proceso de *picking* se imprimen de acuerdo con el orden de las ubicaciones, lo cual genera un recorrido consecutivo de las partes. El proceso de *picking* según procedimiento se realiza en forma de U, para un mayor aprovechamiento del recorrido, sin embargo, durante el periodo de visitas se observó que dicho recorrido va a depender de la cantidad de ítems de los pedidos y sus respectivas ubicaciones, debido a que al hacerlo de esta manera representa una disminución en el tiempo, lo que aumenta directamente la productividad.
- Con la realización del mapa de calor y el estudio de la rotación de los repuestos se detecta que las distribuciones de los repuestos en su totalidad no se encuentran acorde a la rotación, existen piezas de alta rotación que se encuentran en la parte trasera de la bodega o hasta en la segunda planta de la bodega.
- Además, durante las visitas se identificó reprocesos en la recolección de ítems, donde los colaboradores de bodega se regresaban al pasillo anterior al detectar que les falta partes de acuerdo con el pedido, este es un factor contribuyente a la falta de entrenamientos o refrescamientos de los procedimientos requeridos y de las ubicaciones de la bodega de Ciudad Toyota.

Se analiza el indicador de productividad en el área de bodega, del periodo de marzo del 2019 a marzo del 2020, se tomó este periodo para el análisis, debido a que posterior a este lapso se ve afectado por el efecto de la pandemia y no representaría un comportamiento normal en las órdenes de pedidos. Se identificó mediante este análisis que solo se cumplió con la meta de un 33 % durante

estos doce meses, debido a este resultado se identifica que se requiere mejorar los procesos de la bodega para un aumento de la productividad global. Para el incremento de este indicador se revisan los procesos del *picking* y acomodo de las piezas; para plantearse algunas propuestas de mejora que se detallan más adelante.

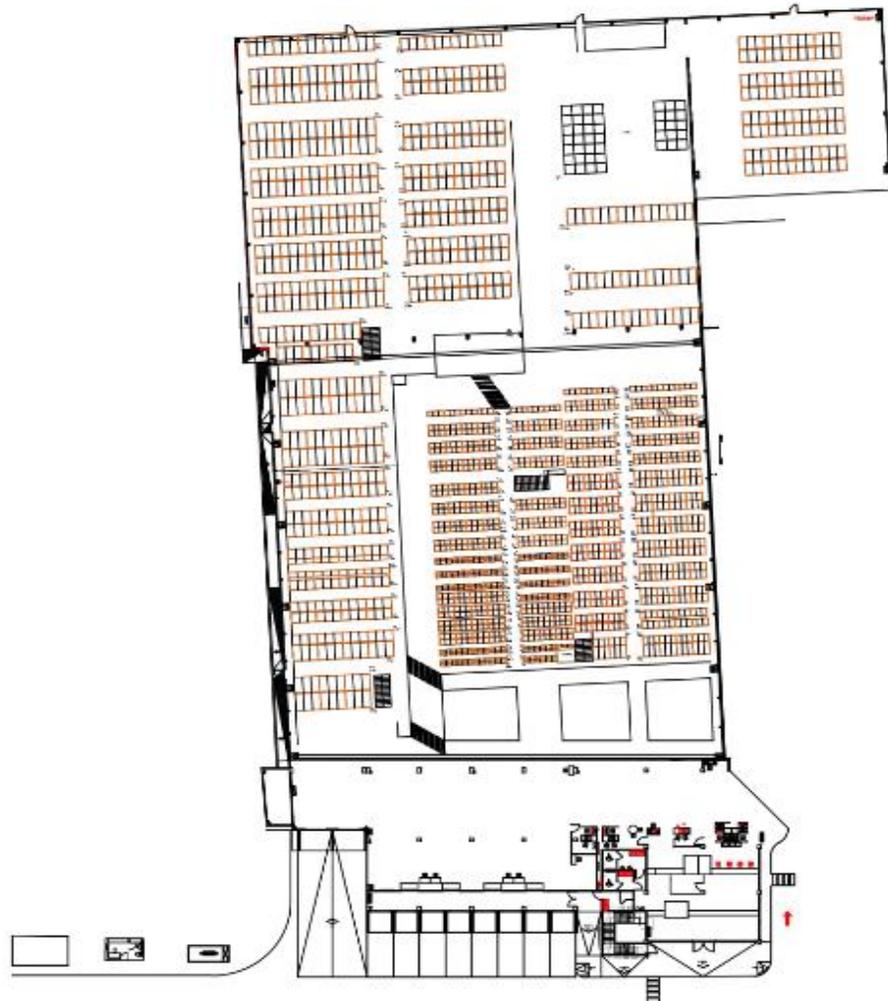
De acuerdo con el diagnóstico de la situación actual se diseñan tres propuestas de mejora con el fin de aumentar la productividad global de la bodega de repuestos, las cuales son las siguientes:

- Reubicación de los artículos en áreas estratégicas según su rotación. Con base en los tiempos recolectados se demuestra una disminución en los tiempos de recolección de pedidos, lo cual representa una propuesta viable para un posible aumento de productividad. Con esta propuesta se está haciendo un cambio de ubicaciones del 15 % del total de ubicaciones de acuerdo con la situación actual. Se estima que la productividad global con la implementación de esta propuesta es de 47,3 líneas/hora, con lo cual se cumple la meta actual de 41,5 líneas/hora y hasta se sobrepasa por 5,8 líneas/hora; adicional, se tiene un ahorro anual de ¢ 8.076.885,31.
- La segunda propuesta es la capacitación continua de los bodegueros según su categoría, con el fin de mejorar el proceso del desarrollo de tareas y además encontrar puntos de mejoras en los diferentes flujos de trabajo; en busca de cumplir con la meta mensual de 0 errores.
- La tercera propuesta es la adquisición de un *scooter* eléctrico para un aumento de la velocidad del recorrido, por ende, disminuiría los tiempos de guardado y recolección de los artículos, además, otro beneficio es la disminución de la fatiga de los colaboradores durante los recorridos. Esta recomendación representaría un aumento de la productividad global promedio de 59 líneas/hora.

Se establecen los distintos planes de implementación de las propuestas en el área de bodega, las cuales son mejoras a corto plazo al ser en general menores a un año de implementación y la mayoría de los recursos para su ejecución forman parte de la compañía.

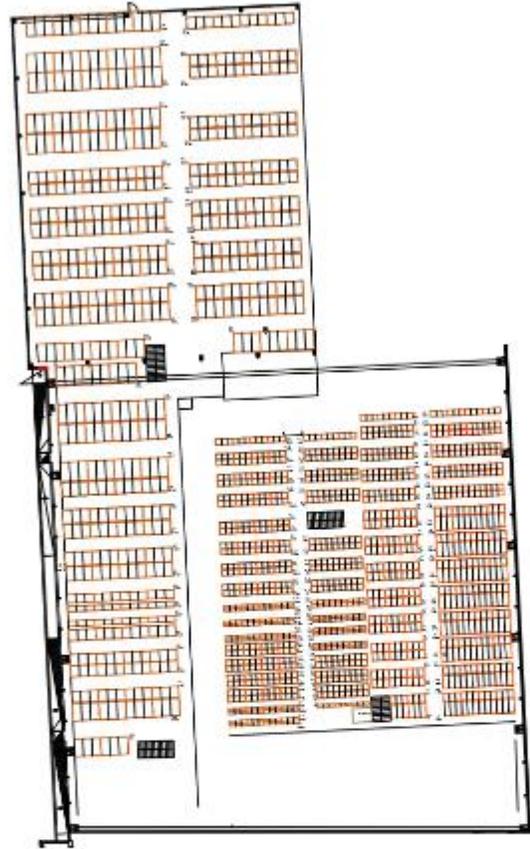
Como conclusión de todo el análisis de procesos y costos relacionados al proyecto, todas las propuestas son rentables, sin embargo, como recomendación, desde el criterio de experto, se indica que la propuesta de la reubicación de las piezas según su rotación es la más rentable y la que se debería de implementar inicialmente; para, posteriormente, iniciar con la implementación de la propuesta de capacitación continua y compra del scooter eléctrico para la mejora de los tiempos del proceso de *picking* de repuestos.

ANEXOS



PLANTA BODEGA NIVEL 1

Anexo 1. Croquis de la Bodega Nivel 1



PLANTA BODEGA NIVEL 2

Anexo 2. Croquis de la Bodega Nivel 2

Anexo 3. Propuesta de Ubicaciones

Artículo	Artículo Nombre	ICC_Id	Art_Mad	Ubicación Actual	Ubicación Propuesta
1119337020	EMPAQUE TUBO BUJIAS	A2	14.82	K44JD8	D30CE3
4787933240	BUSHING DE PASADOR	A2	14.36	K44JD5	D30CE4
5387950020	PRENSA BUMPER DELANTERO	A1	13.43	K43JI7	D30EC2
165770T031	TUBO PLASTICO RADIADOR	A2	10.34	K42NC6	D30JA2
17444E0060	ESPACIADOR	A2	10.34	K42JH6	D30JB4
5611622050	VIRA	A2	10.03	K43IE7	D30JC3
S111852700	TORNILLO CABEZOTE	A1	8.34	K43BH6	D30JE4
9031150048	RETENEDOR	A2	7.26	K44HB7	D30KD4
4881748010	HULE TRASDE TENSORA	B2	6.64	K43JJ6	D30KE2
4881748020	HULE TRASDE TENSORA	B2	6.48	K43JK7	D30MD2
4881560320	HULES ESTABILIZADORA	B2	6.33	K42NA3	D31AE2
S337561610	ASIEN TO P PALANCA DE CAMBIOS	B2	5.56	K44GL2	D31BD3
9036435010	ROLL DIFERENCIAL	B1	5.40	K44LC3	D31CB4
S900753145	EMPAQUE	B3	5.25	K46NC10	D31DB2
90467A0002 C0	TAPIZ TAPA BAUL.	B2	5.09	K43HG1	D31DE2
91651B0820	TORNILLO BISAGRA	B5	4.94	K43LC11	D31DE6
1640578070	TAPA TANQUE RESERVA	B1	4.79	K44JA4	D31DF1
663120K010	GANCHO	B3	4.63	K42ME6	D31DG4
9031135069	RETENEDOR P/ACEITE	B2	4.48	K42EC12	D31ED2

Artículo	Artículo Nombre	ICC_Id	Art_Mad	Ubicación Actual	Ubicación Propuesta
4861952030	COJINETE GALLETA COMPENSADOR	B2	4.32	K44KE11	D31FC4
9011610201	ESPARRAGO	B3	4.17	K43CG1	D31FE2
1236158131	SOPORTE PMOTOR	B1	4.17	K41ND6	D31FG3
S228471870	EMPAQUE DE TUERCA DE INYECTOR	B5	4.01	K44ME7	D31GA1
67861B4020	EMPAQUE PUERTA DEL	B1	4.01	K31ED2	D31GG3
13041580500 1	BEARING DE BIELA	B3	3.86	K41HA1	D31HB4
SU00200303	SEGURO D ZAPATA	B3	3.71	K42EE10	D31HB6
522010K100	SOPORTE DE CABINA	B2	3.70	K43LE10	D31HE5
3303735030	ANILLO SINCRONIZADOR	B1	3.70	K43KF10	D31IA2
9098205054	BORNER POSITIVO BATERIA	B2	3.70	K44GE1	D31IE1
85214F4030	HULE ESCOBILLA 350mm	B2	3.55	K37MB9	D31IG2
657800K020	TRANCA	B2	3.55	K42MC2	D31JA1
9010511044	TORNILLOS DE BARRA	B2	3.40	K45JC1	D31JB3
7440452080	PLATINA SUP BATERIA	B2	3.40	K43AH11	D31JC1
522020K100	HULE	B2	3.40	K44KG11	D31JD1
7681707010	PRENSA P TAPICERIA	B2	3.40	K43MK9	D31JD2
S171041970	EMPAQUE TUBO MUFLA	B1	3.24	K42LA5	D31JE6
7554860021	PRENSA	B3	3.09	K44MD2	D31JF2
8590037150	RELAY	B4	3.09	K44NK2	D31JG1
9095001955	TAPON PPISO	B4	3.09	K42JI12	D31JG4

Artículo	Artículo Nombre	ICC_Id	Art_Mad	Ubicación Actual	Ubicación Propuesta
88892B4010	COBERTOR DE FILTRO DEL A/C	B5	3.09	K38JF5	D31JG6

Anexo 4. Examen #1

	Proceso de <i>Picking</i>
REFERENCIA SOP-06, sop-07	Examen 1

Instrucciones: el propósito de este examen es tener evidencia de que usted es capaz de realizar las actividades del proceso de *picking*. Se compone de un examen de marque con equis, se considera aceptable si la nota es mayor a 80; de lo contrario se le realizará un reentrenamiento y otra prueba.

Nombre _____ Fecha: _____

Responda las preguntas según corresponda.

1. ¿Dónde se debe de verificar el nombre del cliente en la colilla?

A) Al lado izquierdo de la colilla B) Al lado derecho de la colilla

C) En el centro de la colilla

2. ¿Cuáles son las tres áreas de entrega de repuesto?

A) Taller: entregar en la ventana al taller, Retira: entregar en Mostrador y zonas: en Distribución

B) Taller: entregar en la ventana al mostrador, Retira: entregar al taller y zonas: en Distribución

C) Taller: entregar en la ventana al taller, Retira: entregar en al taller y zonas: en Mostrador

3. ¿Qué se debe realizar si la pieza pesa más de 10 kg, desde el Segundo nivel o superior?

A) Mover la pieza mediante un montacarga

B) Colocar las piezas pequeñas por bolsa, cuando no tiene empaque.

4. Cuando existe una tarjeta roja en la ubicación, se debe tomar la parte superior del estante y no de la ubicación.

A) Verdadero

B) Falso

5. Cuando no se encuentra la cantidad solicitada según la colilla, se debe informar al encargado del área sobre el faltante, al finalizar el ciclo de recolecta

A) Verdadero

B) Falso

Anexo 5. Examen #2

	Proceso de <i>Picking</i>
REFERENCIA SOP-06, sop-07	Examen 2

Instrucciones: el propósito de este examen es tener evidencia de que usted es capaz de realizar las actividades del proceso de *picking*. Se compone de un examen de marque con equis, se considera aceptable si la nota es mayor a 80; de lo contrario se le realizará un reentrenamiento y otra prueba.

Nombre _____ Fecha: _____

Responda las preguntas según corresponda.

1. Cuando el artículo se encuentra a nivel del suelo, no se debe bajar el rack con el montacargas, para tomar la Mercadería, usando el casco de seguridad.

A) Verdadero

B) Falso

2. Cuando el destinatario es distribución, se debe colocar el repuesto en una canasta de acuerdo con el cliente, colocándole el nombre con marcador afuera de la canasta.

A) Verdadero

B) Falso

3. ¿Cuáles son los tres destinatarios de los repuestos?

A) Retira (Mostrador), Taller (Ventana de Taller) y Zonas de distribución.

B) Retira (Taller), Taller (Ventana de Envío) y Zonas de distribución.

4. Se debe verificar la tarjeta de ubicación en el estante con la colilla y su número de parte

A) Verdadero

B) Falso

5. Cuando no se encuentra la cantidad solicitada según la colilla, no se debe informar al encargado del área sobre el faltante, al finalizar el ciclo de recolecta

A) Verdadero

B) Falso

Anexo 6. Examen #3

 REFERENCIA SOP-06, sop-07	Proceso de <i>Picking</i> Examen 3
--	---

Instrucciones: el propósito de este examen es tener evidencia de que usted es capaz de realizar las actividades del proceso de *picking*. Se compone de un examen de marque con equis, se considera aceptable si la nota es mayor a 80; de lo contrario se le realizará un reentrenamiento y otra prueba.

Nombre _____ Fecha: _____

Responda las preguntas según corresponda.

1. ¿Qué se debe realizar si la pieza pesa más de 10 kg o se encuentra en un segundo nivel o superior?

A) Mover la pieza mediante un montacarga

B) Colocar las piezas pequeñas por bolsa, cuando no tiene empaque.

2. Cuando el destinatario es distribución, se debe colocar el repuesto en una canasta de acuerdo con el cliente, colocándole el nombre con marcador afuera de la canasta.

A) Verdadero

B) Falso

3. ¿Cuáles son los tres destinatarios de los repuestos?

A) Retira (Mostrador), Taller (Ventana de Taller) y Zonas de distribución.

B) Retira (Taller), Taller (Ventana de Envío) y Zonas de distribución.

4. Cuando existe una tarjeta roja en la ubicación, se debe tomar la parte superior del estante y no de la ubicación.

A) Verdadero

B) Falso

5. Cuando no se encuentra la cantidad solicitada según la colilla, no se debe informar al encargado del área sobre el faltante, al finalizar el ciclo de recolecta

A) Verdadero

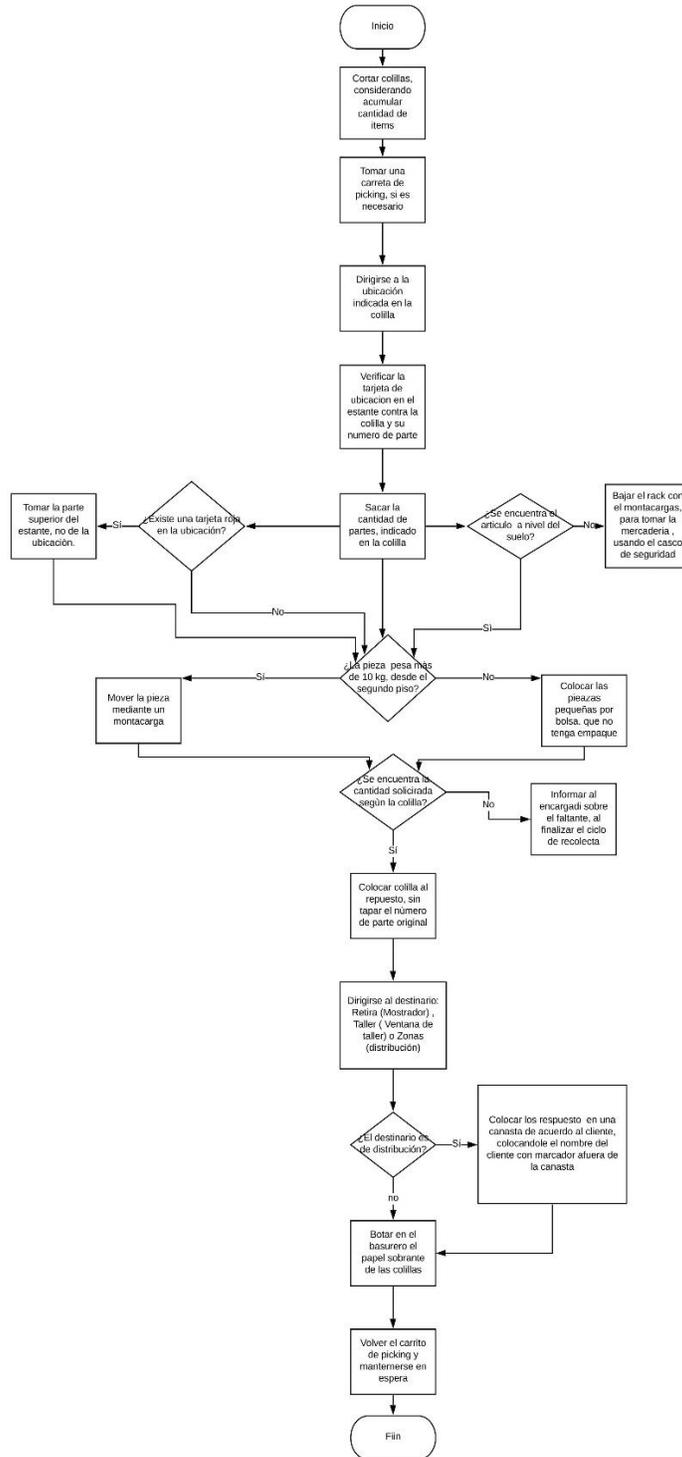
B) Falso

Anexo 8. Matriz de Control de entrenamientos Bodeguero

Plan de Capacitación Bodeguero																		
Periodo	Nombre del Personal	Encargado	Recepción de Pedidos	Asignación de colillas de <i>Picking</i>	Recolección y Chequeo de Repuestos a Mostrador	Recolección y Chequeo de repuestos a Distribución	Chequeo de pedido Mezzanine	Guardado de Repuestos (Binning) - Mezzanine	Chequeo de Pedido Carrocería Binning	Recolección de Repuestos "Retira"	Encomiendas	Binning/ <i>Picking</i> Baterías.	Uso del elevador	Traslado de mercadería entre sucursales	Relleno Pasillo Aceites Mezzanine	<i>Picking</i> Pasillo Aceites <i>Mezzanine</i>	Contención de derrames de aceites.	<i>Binning</i> Parabrisas
I																		
II																		
III																		
IV																		

Anexo 9. Matriz de Control de entrenamientos Bodeguero Senior

Plan de Capacitación Bodeguero Senior																					
Periodo	Nombre del Personal	Encargado	Picking y Chequeo de Sucursales	Control de Calidad en Despacho	Impresión de colillas para Recepción	Recepcion de contenedor	Guardado de Repuestos (<i>Binning</i>)	Chequeo y guardado de Devoluciones	Chequeo de Pedido Especial	Planeación diaria de guardado de repuestos	Ubicaciones nuevas (<i>ZZZ</i>)	Guardado de piezas dañadas	Picking de accesorios	<i>Binning/Picking</i> Baterías y Aceites	Picking Accesorios sucursales	Recepción y Almacenamiento de Baterías Usadas	Inducción (capacitación nuevos ingresos)	Búsqueda de repuesto extraviados	Reportes para la búsqueda de un número de parte	Administración de repuestos bajo llave	Hacer devoluciones de facturas
I																					
II																					
III																					
IV																					



Anexo 10. Diagrama de Flujo del proceso de *picking*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS PRIMARIAS

Cortés, N. (2020, 06, 12). Entrevista por Carolina Herrera y Fernanda Obando. Bodega de empresa Purdy Motor S.A.

Novoa, E. (2017). (23-25 de enero de 2017). *Señalización y operaciones de Post Venta del proveedor Hino*. HMM TS Kaizen Dojo Training, en Purdy Motor S.A.

REFERENCIAS SECUNDARIAS

Acacia. (2019). *Sistemas WMS: todo lo que saber para gestionar tus recursos*. Recuperado de <https://www.acaciatec.com/sistemas-wms-todo-necesitas-saber/>

Alonso, A y Fabeiro A. (2020). *¿Cuándo implementar un WMS?* Recuperado de <http://www.logisticasud.enfasis.com/articulos/65461-cuando-implementar-un-wms>

Álvarez-González, F. y López-Herrera, L. (2016). *Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing en Procesos Transaccionales*. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/10383/Tesina.pdf?sequence=3>

Armando, R y Banchón, D. (2018), *Diseño de implementación de la metodología 5S en la importadora Ginatta*. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/32818/1/TESIS%20ISCE%20-%2020214%20-%20Dise%C3%B1o%20implem%20metodolog%205s%20Import%20Ginatta.pdf>

Área Tecnología. (s.f.). *RFID*. <https://www.areatecnologia.com/electronica/rfid.html>

Betancourt, D. (2018). *Valuación o valoración de inventarios: métodos, procedimiento y ejemplo*.

https://ingenioempresa.com/metodos-valoracion-inventarios/#Metodo_1_Primeros_en_entrar_primeros_en_salir_PEPS

Boccanera y Ross, (2008). *La era Toyota 50 años de Purdy Motor en Costa Rica* (1.^a ed.). San José, Costa Rica: Producciones del Rio Nevado.

Borja. (31 de enero de 2017). *Sistema de Gestión de Almacenes WMS*. Arrizabalagauriarte Consulting. <https://arrizabalagauriarte.com/sistema-gestion-almacenes-wms/>

Bustinduy, I. (2015). *La gestión del tiempo*. Barcelona, Spain: Editorial UOC. <https://elibro.net/es/ereader/biblioutn/57731?page=11>.

Bustos, C y Chacón, G. (2007). El MRP En la gestión de inventarios. *Visión Gerencial*, (1), 5-17. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4655/465545875010>

Carro R. y Gonzáles D. (2012) *Administración de las Operaciones: Productividad y Competitividad*. http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

Cruz, A. (2017). *Gestión de inventarios*. UF0476. Antequera, Málaga, España: IC Editorial. <https://elibro.net/es/ereader/biblioutn/59186?page=131>.

De Lavalle, K. y Del Valle, M. (2014). Mejoras de la productividad en el área de producción de la empresa Carto Centro, C.A empleando herramientas básicas de calidad. Universidad Central de Venezuela. http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/9744/1/T026800011619-0-FINAL_DEFENSA-000.pdf

De la Hoz, B., De la Hoz, A. y Ferrer, M. (2008). Indicadores de rentabilidad: herramientas para la toma decisiones financieras en hoteles de categoría media ubicados en Maracaibo. *Revista de*

Ciencias Sociales, volumen 14 (1). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-95182008000100008

Díaz de Santos. (2007). *Compras e inventarios*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos. <https://elibro.net/en/ereader/biblioutn/52926?page=1>

Esper, T., Waller, M. y L. Esper, T. (2017). *Administración de inventarios*. Ciudad de México, México: Pearson Educación. <https://elibro.net/en/ereader/biblioutn/38086?page=11>

Galgano, A. (2004). *Las tres revoluciones: Caza del desperdicio, Doblar la Productividad con la "Lean Manufacturing"*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos. <https://books.google.co.cr/books?id=UtnPv459AocC&pg=PA116&dq=Heijunka&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjwuI7OncjqAhWFmeAKHYoyCPgQ6AEwAHoECAyQA#v=onepage&q=Heijunka&f=false>

Godínez, A y Hernández, G. (2018). *Poder Kaizen*. Leon, Mexico: Ignius Media Innovation. <https://books.google.co.cr/books?id=WPxcDwAAQBAJ&pg=PT159&dq=sop+procedimiento+operativo+est%C3%A1ndar&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwiak7zOi7bqAhWrTN8KHTEBRoQ6AEwBHoECAQQAg#v=onepage&q=sop%20procedimiento%20operativo%20est%C3%A1ndar&f=false>

Lobos, M. y Gonzáles, M. (2018). *Estudio y Diseño de Cinta Transportadora Automatizada*. Universidad Técnica Federico Santa María Sede Concepción- Rey Balduino de Bélgica.

Guedez, A. (2018). *Mapas de Calor: Otros usos y aplicaciones poderosas para tu empresa*. <https://www.gb-advisors.com/es/otros-usos-de-los-mapas-de-calor/>

Guerrero, H. (2009). *Inventarios: manejo y control*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/ereader/biblioutn/69078?page=20>

Gutiérrez, H. (2010) *Calidad Total y Productividad*. <https://www.udocz.com/read/calidad-total-y-productividad-humberto-gutierrez-pulido-1>

Hernández J. y Vizán A. (2013) *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-conceptotecnicas-e-implantacion>

Imaic K. (2001) *KAIZEN: La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa*. https://www.academia.edu/8496167/Kaizen_La_clave_de_la_ventaja_competitiva_Japonesa

Ingrande, T. (2017). *Las 5S: cuestión de hábito y disciplina*. <http://kailean.es/lametodologiadelas5s/#:~:text=La%20metodolog%C3%ADa%20de%20las%205S%2C%20una%20herramienta%20asociada%20al%20modelo,la%20limpieza%20y%20la%20seguridad.&text=Algunos%20de%20los%20principales%20objetivos,Organizar%20el%20lugar%20de%20trabajo.>

Iglesias, A. (2017). *La gestión de la cadena de suministro*. ESIC Editorial. <https://elibro.net/en/ereader/biblioutn/119633?page=1>.

Janania, C. (2008). *Manual de Tiempos y Movimientos*. Ingeniería de Métodos. https://www.academia.edu/12113707/Manual_de_tiempos_y_movimientos

Kcuno, R. (2013). *Iniciativa forma parte de los ejes de mejora continua*. <https://www.uned.ac.cr/acontecer/a-diario/educacion/1825-euned-aplica-tecnica-de-gestion-japonesa-5-s-para-fortalecer-y-mejorar-sus-acciones>

Keit, P., Young, P. (2004). *Economía de Empresa (n, °4 edición*. México: Pearson Education. <https://books.google.co.cr/books?id=GPVj7aqTXZAC&pg=PA169&dq=analisis+de+la+demand>

[a&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwjrsqKV28fqAhXqc98KHWiMBjoQ6AEwAXoECAIQAg#v=onepage&q= analisis%20de%20la%20demanda&f=false](https://books.google.co.cr/books?id=7L90mC0cdqoC&pg=PA17&dq=definicion+de+seguridad+industrial&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwjrsqKV28fqAhXqc98KHWiMBjoQ6AEwAXoECAIQAg#v=onepage&q= analisis%20de%20la%20demanda&f=false)

López, H. (1999). *Seguridad industrial y protección ambiental para la pequeña y mediana empresa*. México, D.F: Universidad Iberoamericana.

<https://books.google.co.cr/books?id=7L90mC0cdqoC&pg=PA17&dq=definicion+de+seguridad+industrial&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwuiwv6Qt7bqAhUtnOAKHT6rB94Q6AEwA3oECA YQAg#v=onepage&q=definicion%20de%20seguridad%20industrial&f=false>

Montoliu, J. y González, J. (2013). *Conseguir la excelencia en las operaciones*. Profit Editorial.

<https://books.google.co.cr/books?id=OTHhAAAQBAJ&pg=PT124&dq=poka+yoke&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwje0av6tLTqAhXQhOAKHRE3DW0Q6AEwCXoECAgQAQAg#v=onepage&q=poka%20yoke&f=false>

Mauleón, M. (2013). *Preparación de Pedidos, Picking Teoría*. Madrid: España: Ediciones Diaz de Santos.

https://books.google.co.cr/books?id=0emGKlyij_gC&pg=PA222&dq=Teor%C3%ADa+de+c%C3%B3mo+manejar+el+Picking&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwikxPPmwrqbAhVuUd8KHc QmDTwQ6AEwAHoECAUQAg#v=onepage&q=Teor%C3%ADa%20de%20c%C3%B3mo%20manejar%20el%20Picking&f=false

Mora, L. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. <https://elibro.net/es/ereader/biblioutn/69182?page=35>.

Mulder N, Patiño I y Monge R (2016) *Análisis del Crecimiento de la Productividad en Costa Rica 2001-2015*.

<http://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/250/228.%20An%20lisis%20del%20Crecimiento%20de%20la%20Productividad%20en%20Costa%20Rica%2c%202001->

[2015 XXII%20Informe%20Estado%20de%20la%20Naci%20c3%20b3n%20en%20Desarrollo%20Humano%20Sostenible%20%282015%29 Libro%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Pelegrí, F. (2007). *Lectura y Gestión de Códigos de barras con microcontador*.
https://www.academia.edu/36519003/Lectura_y_gesti%C3%B3n_de_c%C3%B3digos_de_barras_con_microcontrolador

Rafael, O. y Martínez, J. (2012). *Sistemas Automatizados de Almacenamiento/Recuperación (AS/RS)*.
<https://operacionesdebodegasyalmacen.wordpress.com/bodegas-automatizadas/sistemas-automatizados-de-almacenamientorecuperacion-asrs/>

Rajadell, M. (2012). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. Madrid, Spain: Ediciones Díaz de Santos. <https://elibro.net/en/ereader/biblioutn/53016?page=170>

Rey, F. (2005). *Las 5S Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: Editorial Fundación Cofemetal.
<https://books.google.es/books?id=NJtWepnesqAC&printsec=frontcover&hl=es#v=snippet&q=trabajo%20en%20equipo&f=false>

Salas, M. (2018). *Propuesta de mejoramiento de la productividad de procesos constructivos en proyectos de la empresa Volio y Trejos*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10044/propuesta_mejoramiento_productividad_procesos_proyectos_empresa_constructora.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saldarriaga, D. (2019). *Almacenes y centros de distribución: manual para optimizar procesos y operaciones*. Marge Books. <https://elibro.net/es/ereader/biblioutn/117564?page=16>.

Salamea, G. y Quesada C. (2016). *El Jidoka y Kanban dentro de las Pymes: Lean Manufacturing*
https://www.academia.edu/36228856/EL_JIDOKA_Y_KANBAN_DENTRO_DE_LAS_PYME_S_Lean_Manufacturing

Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F: McGraw-Hill. <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

System Logistics. (s.f). AS/RS - Sistemas Automatizados de almacenamiento y recuperación.
<https://www.systemlogistics.com/spa/soluciones-y-proyectos/as-rs-sistemas-automatizados-de-almacenamiento-y-recuperaci%C3%B3n>

Talaya, A., Madriaga, J., Narros, M., Olarte, C., Reinares, E., Saco, M. (2008). *Principios de Marketing* (n.º3 edición). Madrid: ESIC Editorial.
<https://books.google.co.cr/books?id=86V4nK6j0vIC&pg=PA180&dq=análisis+de+la+demanda&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwjrsqKV28fqAhXqc98KHWiMBjoQ6AEwAHoECAyQAg#v=onepage&q=análisis%20de%20la%20demanda&f=false>

Toyota Guatemala (2020). *Conoce la increíble historia de Toyota ¿Cómo empezó todo?*
<https://www.toyota.com.gt/blog-para-comprar-carro-en-guatemala/conoce-la-increible-historia-de-toyota-como-empezo-todo>

TRANSEOP. (2020). *Voice Picking: Qué es y cómo optimiza la logística*.
<https://www.transeop.com/blog/voice-picking/368/>

V. Iyer, A. (2011). *Administración de la cadena de suministro Toyota: un enfoque estratégico a los principios del célebre sistema de Toyota*. Madrid, Spain: McGraw-Hill.
<https://elibro.net/es/ereader/biblioutn/36574?page=17>

Vuela, J. (2013). *Productividad en almacenes la eficiencia, motor de la mejora continua.*

<https://www.revistalogistec.com/index.php/vision-empresarial/punto-de-vista/item/760-productividad-en-almacenes-la-eficiencia-motor-de-la-mejora-continua>

Zallys. (s.f). S2 - *Vehículo remolcador para industria.* <https://www.zallys.com/es/p/s2-remolcador-electrico-con-plataforma-4-ruedas-1-conductor-con-capacidad-de-carga-y-remolque#applicazioni>