

PROPUESTA DE MEJORA DEL EMPAQUE CKD PARA UNA EMPRESA DE  
VEHÍCULOS

CABRA RINCON ROBINSON  
FLOREZ ECHAVARRIA ANDRES ALBERTO

FUNDACION UNIVERSITARIA LUMEN GENTIUM  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2022

PROPUESTA DE MEJORA DEL EMPAQUE CKD PARA VEHÍCULOS

CABRA RINCON ROBINSON  
FLOREZ ECHAVARRIA ANDRES ALBERTO

Trabajo de grado para optar al título de  
Ingeniero Industrial

Director  
GUILLERMO ALBERTO FONSECA VILLAMARIN  
Ingeniero de producción Msc

FUNDACION UNIVERSITARIA LUMEN GENTIUM  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2022

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Fundación Universitaria Lumen Gentium para optar al título de:

---

Jurado

---

Jurado

Santiago de Cali, 16 de febrero de 2023

## DEDICATORIA

Queremos dedicar este trabajo de grado primero a Dios por ser nuestra guía, a los valiosos profesores que nos impartieron sus conocimientos, a la Facultad de ciencias básicas de Ingeniería de la Fundación universitaria Lumen Gentium por brindarnos la mejor educación con un excelente grupo de docentes.

A todo el personal del departamento de administración de la empresa De vehículos por brindarnos su ayuda y material necesario para nuestra propuesta de mejora.

Todos los que aportaron un granito de arena en este trabajo, fueron muchas las manos amigas encontradas en este proceso. Este logro también es de ustedes.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, le agradecemos a Dios, a nuestros familiares que siempre nos brindaron apoyo incondicional para poder cumplir todos nuestros objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño nos han impulsado a perseguir nuestras metas, son los que nos han brindado el soporte para poder enfocarnos en los estudios.

Le agradecemos muy profundamente a nuestro tutor Guillermo Alberto Fonseca Villamarín por su tiempo y paciencia, por sus correcciones precisas en el momento indicado. Gracias por su guía y todos sus aportes para nuestro futuro profesional.

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	19
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA	23
1.2 SISTEMATIZACIÓN	23
2 JUSTIFICACIÓN	25
2.1 ALCANCE	25
2.2 LIMITACIONES	25
2.3 IMPACTO SOCIAL	25
2.4 IMPACTO AMBIENTAL	25
2.5 IMPACTO ECONÓMICO	26
3 OBJETIVOS	27
3.1 GENERAL	27
3.2 ESPECIFICOS	27
4 ESTADO DE ARTE	28
5 MARCO REFERENCIAL	32
5.1 MARCO TEÓRICO	32
5.2 INGENIERIA DE LOS MÉTODOS	39
5.3 MARCO CONCEPTUAL	40
5.3.1 FUNCIONES DE EMBALAJE	40

5.3.2 DEFINICIÓN DE DESEMPAQUE	41
5.3.3 DEFINICIÓN DE EMBALAJE	41
5.3.4 DEFINICIÓN DE MÉTODOS	42
5.3.5 DEFINICIÓN DE MEDICIÓN	42
5.3.6 DEFINICIÓN DE INSPECCIÓN	42
5.3.7 DEFINICIÓN DE TIEMPO ESTÁNDAR	42
5.3.8 DEFINICIÓN DE SOBREPDUCCIÓN	43
5.3.9 DEFINICIÓN DE PROCESO SISTEMÁTICO	43
5.4 MARCO CONTEXTUAL	43
5.5 MARCO LEGAL	46
6 METODOLOGÍA	49
6.1 TIPO DE ESTUDIO	49
6.2 METODO DE INVESTIGACIÓN	49
6.3 FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN	49
7 DESARROLLO PRIMER OBJETIVO	51
8 DESARROLLO SEGUNDO OBJETIVO	69
9 DESARROLLO TERCER OBJETIVO	79
10 CONCLUSIONES	84
11 RECOMENDACIONES	85
12 BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS	93

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1: Diagrama de Ishikawa	23
Figura 2: Consumo Aparente Vehicular	30
Figura 3: Cadena de valor	36
Figura 4: Foto Imagen De vehículos	44
Figura 5: Foto de proceso en planta.	44
Figura 6: Símbolos de marcación de empaques.	48
Figura 7: Modelos (Base de 52180 vehículos anuales).	51
Figura 8: Relación horas de ensamble y desempaquete de vehículos.	54
Figura 9: Análisis de cauda y efecto.	55
Figura 10: Diseño del área.	59
Figura 11, Carga horas de trabajo por área	62
Figura 12: Diagrama de precedencias.	63
Figura 13: Tiempo estándar	68
Figura 14: Empaque de partes que requiere el proceso de soldadura	71
Figura 15: Procedimiento de empaque	72
Figura 16: Prueba de resistencias	75
Figura 17: Contenido de la caja evaluación de resistencia.	76
Figura 18: Distribución de cajas dentro del contenedor.	76
Figura 19: Hoja A3	79
Figura 20: Eliminación de cuellos de botella	81

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1: Variables para calcular Precisión de producción.	52
Tabla 2: Resultado de capacidad real de desempaque.	53
Tabla 3: TK Time Act esperado del proceso de desempaque.	54
Tabla 4: Aumento de capacidad de desempaque por horas.	55
Tabla 5: Análisis de causas encontrada en el diagrama Ishikawa.	56
Tabla 6: Datos de ahorro en carga con propuesta de mejora.	56
Tabla 7: Proyección de contratación de personal.	58
Tabla 8: Cronograma de actividades.	58
Tabla 9: Diagrama de flujo.	61
Tabla 10: Listado de actividades con precedencia.	63
Tabla 116: Variable para el cálculo de muestra.	64
Tabla 12: Suplementos.	65
Tabla 13: Norma británica	65
Tabla 14: Matriz cálculo de tiempo estándar	67
Tabla 15: Descripción de actividades de tiempo estándar.	67
Tabla 16: Descripción del problema de empaque	69
Tabla 17: Propuesta de empaque CKD.	71
Tabla 18: Instructivo de empaque CKD	73
Tabla 19: Evaluación de pesos de cajas de madera CKD.	74
Tabla 20: Secuencia de empaque - ECO DELUXE - 160 Motos. (ANTES)	77
Tabla 21: Secuencia de empaque - ECO DELUXE - 180 Motos. (DESPUES)	78

Tabla 22: Ahorro costo unitario.	80
Tabla 23: Consolidación de horas de carga de trabajo	82
Tabla 24: Ahorro costo logístico	83

## ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1: Intervalo de confianza	52
Ecuación 2: Capacidad real de producción	53
Ecuación 3: Tiempo de ciclo	57
Ecuación 4: Tiempo de carga	57
Ecuación 5: Takt time act	57
Ecuación 6: Contratación de personal	57
Ecuación 7: Calculo de numero de muestra	64
Ecuación 8, Ahorro MOD	80

## ANEXOS

	pág.
Anexo B 1; Hoja estudio de tiempo libro de Excel	93
Anexo B 2; Hoja estudio de tiempo libro de Excel	93

## RESUMEN

La presente propuesta de mejora para del empaque CKD Completely Knocked Down (completamente desensamblado) que se refiere al envío de un vehículo en piezas individuales o unidades funcionales de vehículos, a través de herramientas trabajo, enfocadas en el aumento de capacidad del proceso productivo, así como en el tiempo requerido, lo cual permite el aumento del flujo de la línea de ensamble. Para lo que se hizo una herramienta A3 de Lean Manufacturing como practica de mejora que contribuyo con la identificación de los problemas asociados con el proceso de desempaque, se efectuó un estudio de métodos y tiempos que permite la medición de la capacidad del proceso de desempaque. Para el desarrollo de la propuesta de mejora del empaque CKD se utilizó el estudio descriptivo y exploratorio porque permite la medición de variables cuantitativas, captura de información necesaria para realizar un análisis sistemático del proceso de abastecimiento de material en los procesos de producción de ensamble de una motocicleta.

Se concluyó que el empaque CKD requiere que sea empacado en función del flujo de proceso de producción, de esta forma se lograra una secuenciación de desempaque más eficiente y además se puede aumentar la cantidad de vehículos por contenedor.

Palabras Claves: Propuesta, ensamble, secuenciación, empaque, capacidad, mejora.

## ABSTRACT

The present improvement proposal for the disposal of the CKD Completely Knocked Down” packaging of vehicles, through work tools, focused on increasing the capacity of the production process, as well as the time required, which allows the increase of the flow of the assembly line. For which an A3 Lean Manufacturing tool was made as an improvement practice that contributed to the identification of problems associated with the unpacking process, a study of methods and times was carried out that allowed the measurement of the capacity of the unpacking process. For the development of CKD packaging improvement proposal, the descriptive and exploratory study was used because it allowed the measurement of quantitative variables, capture of information necessary to carry out a systematic analysis of the material supply process in the assembly production processes of a vehicles.

It was concluded that the packaging of the CKD requires that it be packed according to the flow of the production process, in this way a more efficient unpacking sequencing will be achieved and the number of motorcycles per-container can also be increased.

Keywords: Proposal, assemble, sequencing, packaging, capacity, improvement.

## INTRODUCCIÓN

La Seccional ANDI (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia) Valle del Cauca liderará activamente el posicionamiento del sector empresarial con estrategias que permitan consolidar la reputación y la productividad de las empresas, lo que contribuirá a que, en el 2025, el Valle del Cauca sea una de las regiones más competitivas de Colombia, promoviendo acciones en innovación, equidad, logística, que potencien el crecimiento empresarial de la región apuntando al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

De acuerdo con lo anterior el manejo de las empresas conlleva a la ejecución de los procesos y actividades de una manera sistémica, siguiendo ciertas pautas que conllevan a lograr sus metas. Por lo tanto, el interés de los directivos se basa en el cumplimiento de metas de producción proyectadas que pueden garantizar el obtener los resultados esperados.

La empresa HMCL Colombia es una empresa privada la cual se dedica a la producción, comercialización y exportación de vehículos marca, Se encuentra ubicada en la zona franca parque sur Lote 6 en Villa Rica Cauca, inicio operaciones en el año 2014.

Colombia ocupa el segundo lugar en la producción de vehículos, después de Brasil. La industria de ensamble de vehículos se ha posicionado en el mercado por su oferta de respaldo, garantía y productos de calidad superior” (Automotriz, 2019). La empresa debe mostrar capacidad de competencia en el mercado actual haciendo cada vez más eficiente sus procesos y con alta calidad.

En la práctica de la empresa ensambladora de vehículos el proceso de desempaque CKD se está convirtiendo en un área de preocupación ya que, por lo general algunos son más lentos que otros lo que genera contraflujo, por lo tanto, abordar este problema con

mejoramiento en el área para el desarrollo de actividades que se caracterizan por un constante movimiento y acelerar el ritmo de producción.

La razón de implementar la propuesta de mejora del empaque CKD para los vehículos deriva de la necesidad de aumentar la capacidad de desempaque, sin aumentar el número de personal ni de horas extras, actualmente el bajo rendimiento en el área está ocasionando un contraflujo de procesos que afecta de forma directa todas las actividades relacionadas con el ensamble de vehículos ya que es un engranaje el proceso de producción en la compañía. Normalmente de un proceso eficiente y una correcta gestión de actividades en el área de desempaque depende el buen ritmo en la producción.

Desarrollar una propuesta de mejora para la optimización del empaque en CKD de vehículos , a través de herramientas de análisis y resolución de problemas como por ejemplo A3 de Toyota, enfocadas aumentar la capacidad del proceso de producción en el tiempo requerido, de manera que permita la adecuada fluidez de la línea de ensamble este es de suma importancia y gran valor para fortalecer la participación de la empresa en el crecimiento empresarial de la región, apuntando al cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible.

Teniendo en cuenta que la industria automotriz juega un papel importante en la economía nacional: con más de 50 años de experiencia, hoy se ubica como la 4a industria en la región (en tamaño de producción), representa el 6.2% del PIB industrial, y genera más de 25 mil empleos directos altamente capacitados y bien remunerados. (*ProColombia-ANDI: Catálogo de capacidades-Industria Automotriz Colombiana*) (ANDI, 2022)

. “Un proceso que mantiene las mismas condiciones produce los mismos resultados. Por tanto, si se desea obtener resultados consistentes es necesario estandarizar las condiciones de trabajo incluyen”. (Gonzales, 2006)

Con la propuesta se pretende aplicar un estudio de trabajo en el proceso de desempaque mediante la observación la manera y el método con la cual se realizar el desempaque de la motocicleta en la empresa; con la finalidad de analizar los resultados de la observación logrando así proponer un empaque CKD adecuado a las necesidades de los procesos de producción los vehículos.

## **1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

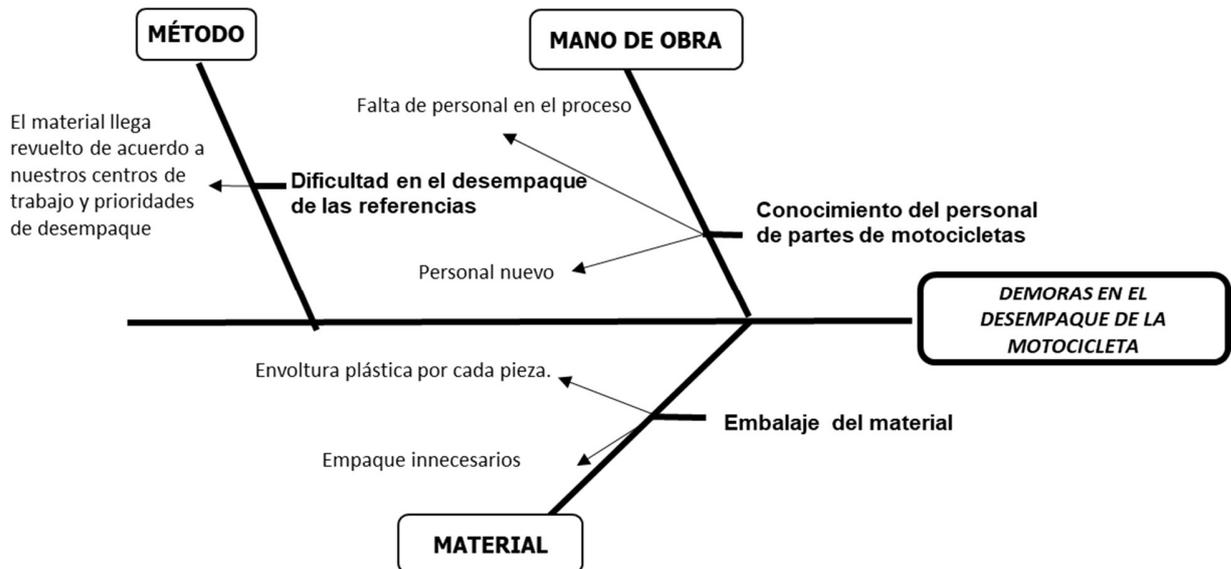
Se ha observado el impacto que tiene el empaque CKD (Complete, knock -down) en los procesos de desempaque, el empaque actual genera contraflujos en una de las actividades principales del área la cual es la distribución de las partes de la motocicleta, lo hace que aumenten los tiempos de carga trabajo, los efectos de esta ineficiencia causa una baja capacidad de desempaque y retrasos en la entrega de las piezas para los procesos de producción.

La demanda de producción es muy variable y cuando aumenta la demanda automáticamente los gastos porque aumentan la contratación de personal y pago de horas extras, de no hacerlo no se cumple con las unidades programadas, se presentan paradas que repercuten en el proceso de producción y por ende incumplimiento en el despacho de vehículos.

Por esta razón es necesario aumentar la capacidad de desempaque, sin aumentar el número de personal ni de horas extras. Actualmente esta capacidad de desempaque se encuentra en un 65% y como mínimo se requiere un 90%. Lo cual ayudaría a mitigar el impacto del problema y evitar la rotación constante de personal en el área.

El empaque CKD (Complete, knock -down) que se podría entender como el empaque de partes de ensamble de los vehículos, actual no es adecuado a las necesidades de los procesos de producción los vehículos, lo cual hace más lento el proceso de producción, por esta razón es necesario implementar una mejora del empaque CKD.

Figura 1: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

## 1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo se puede mejorar el empaque CKD de vehículos, a través de la herramienta de análisis A3 y el estudio de métodos y tiempos, enfocados en mejorar la capacidad del proceso de desempaquetado en el tiempo requerido?

## 1.2 SISTEMATIZACIÓN

- ¿Cómo realizar un diagnóstico del problema en el empaque CKD, utilizando la herramienta de análisis A3 de lean manufacturing, complementado con el estudio de métodos y tiempos que permita la medición de la capacidad de los procesos de desempaquetado?
- ¿Cómo proponer el diseño de un empaque CKD adaptado a las necesidades de los procesos de producción de los vehículos?

- ¿Cómo Verificar los resultados del análisis A3 de lean manufacturing y la medición de la capacidad de los procesos con la implementación del diseño propuesto del empaque CKD de los vehículos?

## **2 JUSTIFICACIÓN**

### **2.1 ALCANCE**

Este proyecto pretende mejorar el empaque CKD de vehículos, a través de herramientas trabajo, enfocadas a aumentar la capacidad del proceso de producción en el tiempo requerido, de manera que permita la adecuada fluidez en los procesos de transformación del producto y que ese modelo sirva como ejemplo para que se pueda replicar en las otras plantas de en India.

### **2.2 LIMITACIONES**

Una de las principales limitaciones es lograr que casa matriz en India comprenda que la cadena de valor se debe implementar desde el inicio del proceso (empaque) teniendo en cuenta todo el sistema aporta un valor agregado.

### **2.3 IMPACTO SOCIAL**

El aumento en la capacidad promueve el cumplimiento en los tiempos de despacho de vehículos, además esta propuesta disminuye la sobrecarga laboral de los trabajadores ya que se ahorra tiempo en el proceso, aumenta el nivel de inventario para surtir los concesionarios y satisfacer con rapidez la demanda de los clientes.

### **2.4 IMPACTO AMBIENTAL**

El impacto ambiental de esta propuesta ofrece un empaque amigable con el medio ambiente reduciendo el uso de plástico y cartón para los embalajes y en consecuencia a esto contribuye a la reducción de la huella de carbono de forma positiva. De igual forma que el proceso de reciclaje sea más eficiente.

## 2.5 IMPACTO ECONÓMICO

El impacto económico a corto plazo beneficiará de forma positiva los costos de mano de obra directa e indirecta en motos e impactado la rentabilidad de la compañía de forma general y gradual ya que el modificar el empaque aumenta la eficiencia del proceso y no requiere la generación de horas extras y la contratación de personal operativo para el proceso desempaque, revisión y distribución de todo el conjunto de elementos que se requieren en el ensamble de los vehículos.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL**

Desarrollar una propuesta de mejora del empaque CKD de vehículos, a través de herramientas trabajo, enfocadas en el aumento de capacidad del proceso productivo, así como en el tiempo requerido, lo cual permite el aumento del flujo de la línea de ensamble.

#### **3.2 ESPECIFICOS**

- Realizar un diagnóstico del problema en el empaque CKD, utilizando la herramienta de análisis A3 de lean manufacturing, complementado con el estudio de métodos y tiempos que permite la medición de la capacidad de los procesos de desempaque.
- Proponer el diseño de un empaque CKD adaptado a las necesidades de los procesos de producción de los vehículos.
- Verificar los resultados del análisis A3 de lean manufacturing y la medición de la capacidad de los procesos con la implementación del diseño propuesto del empaque CKD de los vehículos.

#### 4 ESTADO DE ARTE

Importancia de Las importaciones en Colombia según la DIAN (Dirección de impuestos y aduanas nacionales) importar es la modalidad de régimen de tránsito que regula el traslado de mercancías del medio de transporte utilizado para la llegada al territorio aduanero nacional, a otro que efectúa la salida a país extranjero, dentro de una misma aduana y bajo su control sin que se causen tributos aduaneros. Es importante resaltar que en 2021 las importaciones en Colombia crecieron un 35,69% respecto al año anterior.

Las compras al exterior representan el 19,45% de su PIB, por lo que se encuentra en el puesto 37, de 192 países, del ranking de importaciones respecto al PIB, ordenado de menor a mayor porcentaje.

La agenda 2030 tiene pautados 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas, estas son interdependientes y buscan promover el bienestar universal, razón por la cual, parte de tres dimensiones como principio organizador de la cooperación mundial: Desarrollo Económico, la inclusión Social y Sostenibilidad Ambiental; combinando acciones a nivel local, nacional e internacional, en esta última teniendo en cuenta las diferencias nacionales que posee cada uno, identificando así las causas y condiciones que permiten el desarrollo sostenible. (Ramirez)

Los siguientes son algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Educación de Calidad, para asegurar un mundo sostenible la educación de calidad juega uno de los papeles más importantes, pues es por medio de esta que se logra mejorar la calidad de vida y dotar a la población de herramientas necesarias para asegurar un mundo sostenible la educación de calidad juega uno de los papeles más importantes, pues es por medio de esta que se logra mejorar la calidad de vida y dotar a la población de herramientas necesarias para desarrollar soluciones

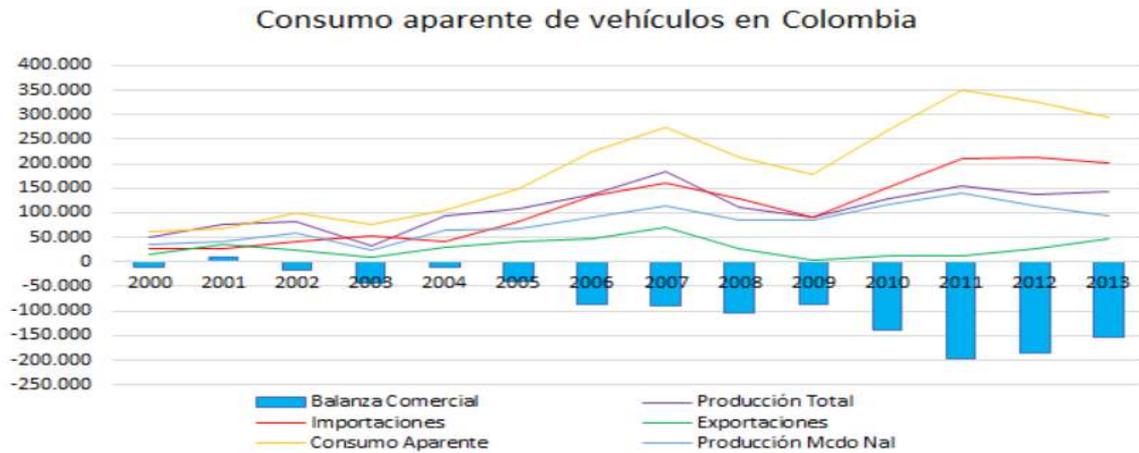
innovadoras e inclusivas. Para este fin, este ODS le apunta a siete metas donde se asegura que todos los niños terminan la enseñanza primaria y secundaria, tengan acceso a servicios de atención y desarrollo; al igual que todos los hombres y mujeres tengan acceso a la misma formación educativa. (Ramirez)

Objetivo de Desarrollo Sostenible 12: Producción y consumo Responsable. este objetivo se dedica a fomentar una gestión sostenible, un uso eficiente de los recursos naturales y de los desechos alimentarios, al igual que un manejo adecuado de la energía y de la construcción de infraestructura amigable con el medio ambiente, con el fin de aumentar la competitividad y reducir la pobreza (Naciones Unidas) (Ramirez)

Según (Iragorri) uno de los sectores en la industria colombiana con mayor representación en el producto interno (PIB) del país, es la industria automotriz, entendiendo que el crecimiento económico es cíclico, es decir, todo lo que producen las empresas (bienes o servicios) es consumido por los colombianos; esto representa más ingresos y mejores utilidades para las compañías.

La línea de tendencia de la figura consumo aparente de vehicular, es clara al indicar que el crecimiento en cuanto al consumo vehicular crece cada año todo esto contribuyendo a la fabricación de partes nacionales para las diferentes ensambladoras del país entre ellas los sillines garantizando los estándares de calidad en el producto.

Figura 2: Consumo Aparente Vehicular



Fuente: DIAN, MINCOMERCIO.CALCULOS ANDI

## LA CADENA DE VALOR COMO NUEVO EJE DE COMPETITIVIDAD FRENTE A LOS DESAFÍOS DEL MERCADO GLOBAL

Los ejes de competitividad son directrices estructurales por las que compiten las empresas, son mecanismos bajo los cuales las empresas adecuan sus procesos con el fin de llegar a la excelencia y ser más sostenibles en mercados cambiantes, bajo toda la historia de la administración se ve como los estudiosos han buscado esos mecanismos que permitan la mayor eficiencia empresarial, valiéndose de diferentes teorías o escuelas, como las teorías administración científica o la teoría de los recursos humanos, sin embargo, aunque ya cuenta con muchos años y ha sido enormemente mejorada la calidad total sigue siendo un eje de competitividad altamente usado, como el primero de los frentes estructurales en cualquier negocio. (Arnedo)

Por lo tanto, la cadena de valor debe de estar conectada con cada una de las variables que se encuentran a lo largo de un proceso o muchos procesos y en consecuencia a esto es el cliente final el que percibirá dichas cadenas a través de las necesidades que satisface el producto y la calidad de este.

## 5 MARCO REFERENCIAL

### 5.1 MARCO TEÓRICO

Los cambios regulares en las características de los mercados han generado la necesidad a las empresas de buscar nuevas estrategias y metodologías, para garantizar ventajas competitivas. Así pues, se han desarrollado algunos modelos y filosofías en el área productiva, que pueden ser replicados a nivel administrativo con el fin de incrementar los niveles de eficiencia, eficacia y productividad global. Lean Manufacturing y la Teoría de Restricciones hacen parte de estas metodologías y se basan en la mejora continua, facilitando la optimización de recursos, buscando eliminar las ineficiencias de las operaciones varias que no generan valor a los productos y servicios así mismo mejora el desempeño de la compañía.

#### LEAN MANUFACTURING

Lean significa emplear menos de todos los recursos en la producción en masa (Wahab, Mukhtar, & Sulaiman, 2013). Asimismo, busca eliminar la ineficiencia de las operaciones diarias que no están generando valor a los productos y servicios (Conner, 2006). De esta manera se obtienen mejoras continuas en los sistemas productivos al disminuir los costos derivados de la eliminación de desperdicios (Santos, Vieira, & Balbinotti, 2015). No obstante, para que la implementación de la filosofía lean sea exitosa la alta dirección debe participar de manera activa en el programa, proporcionar entrenamiento y capacitación, tener un plan en el largo plazo y evaluarlo día a día, asignar recursos y compartir las ganancias, aplicar técnicas y herramientas lean (Netland, 2015). Bajo este aspecto, Lean Manufacturing como componente de los sistemas de mejoramiento continuo, permite a las organizaciones desarrollar una excelencia operacional a partir del uso adecuado de los recursos empresariales, y la disminución de costos y tiempos de producción (Arrieta, Botero, & Romano, 2010), (Alukal & Manos, 2006). Además, el lean busca satisfacer las

necesidades de los clientes cuando lo quieren, donde lo deseen, a un precio competitivo, en las cantidades y variedades que ellos quieran, y siempre de excelente calidad (Alukal & Manos, 2006; Villaseñor & Galindo, 2007). El nacimiento de la filosofía de Lean Manufacturing se dio a partir del Sistema de Producción Toyota - TPS por sus siglas en inglés (Pérez Rave, 2011), (Madariaga, 2013), (Villaseñor & Galindo, 2007).

Además, el *lean manufacturing* ayuda a los líderes de proceso a identificar y eliminar los desperdicios o mudas, los cuales corresponden a aquellas actividades que no aportan valor al producto (Madariaga, 2013; Rajadell & Sánchez, 2010). Son varios los autores que coinciden con la existencia de siete tipos de desperdicios o mudas (Alukal & Manos, 2006; Pérez, 2011; Villaseñor & Galindo, 2007), que interfieren directamente en el desempeño operacional de las organizaciones. Estas mudas son: la sobreproducción, espera, transportes innecesarios, movimientos innecesarios, sobreprocesamiento, inventarios y defectos. De aquí que el mayor objetivo de la filosofía de *lean manufacturing* en cualquier tipo de compañía sea eliminar todos los anteriores desperdicios (Revista Espacios Volumen 37, 2016).

## TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC)

La Teoría de Restricciones (TOC, por sus siglas en inglés *Theory of Constraints*), ha demostrado ser una metodología de óptima aplicación en múltiples procesos organizacionales. Nació de un problema específico a nivel productivo, logró generalizarse a diversos sectores económicos y captó la atención de investigadores quienes han desarrollado herramientas que facilitaron su implementación.

Si bien, todas las organizaciones poseen un conjunto de objetivos o metas, al final estas desembocan en los rendimientos empresariales. Dichos objetivos pueden ser descritos como un conjunto de eventos interdependientes sujetos a fluctuaciones del ambiente, de tal manera que el desempeño global del sistema en cualquier momento se encuentra siempre limitado por un número de factores o cuellos de botella (Aguilar, Garrido, & González, 2015). Los cuellos de botella se describen como aquellos eslabones débiles

de la cadena de suministro que limitan el desempeño de los sistemas (Şimşit, Günay, & Vayvay, 2014). Por ende, su gestión requiere de un conjunto de políticas corporativas que involucren y generen compromiso en todos los miembros de la compañía.

Así fue como Goldratt y Cox diseñaron una herramienta de cinco pasos, que buscaba el mejoramiento continuo del sistema a partir de una adecuada gestión de las restricciones o cuellos de botella (Goldratt & Cox, 1984). En primer lugar, se deben identificar las restricciones del sistema. A continuación, el personal responsable ha de decidir cómo aprovechar dichas restricciones. Posteriormente, se deben subordinar todos los procesos a la anterior decisión, es decir, lograr que funcionen al ritmo de las restricciones del sistema. Luego se deberán ascender las restricciones del sistema, esto es incrementar la capacidad empresarial para reducir o eliminar las restricciones. Finalmente, si continúa existiendo una restricción se debe regresar al paso uno e implementar nuevamente el mecanismo de mejoramiento.

Ahora bien, es posible generar un mecanismo de coordinación entre diferentes modelos o teorías de gestión para garantizar un mejoramiento continuo de los procesos. Particularmente, TOC y *lean manufacturing* poseen un conjunto de indicadores comunes enfocados en la reducción de tiempos y desperdicios de producción; maximización de la satisfacción del cliente con calidad y tiempos de entrega; y aumento de los rendimientos del capital (Khayrullina, Kislitsyna, & Chuvaev, 2015). (Revista Espacios Volumen 37, 2016)

La propuesta de mejora del empaque CKD para vehículos pretende avanzar más allá de los indicadores y estudiar los factores comunes de ambos enfoques.

## DISTRIBUCIÓN EN PLANTA ORIENTADA A PRODUCTO

Llamada también distribución de taller de flujo. Es aquella donde se dispone el equipo o los procesos de trabajo de acuerdo con los pasos progresivos necesarios para la

fabricación de un producto. Si el equipo se dedica a la producción continua de una pequeña línea de productos, por lo general se le llama línea de producción o línea de montaje.

Por taller de flujo se hace referencia a un sistema de producción dispuesto para que fluyan con mayor facilidad los productos dominantes. Aquí la gama de productos es mayor que el de las líneas de producción y el equipo no es tan especializado. La producción tiende a ser por lotes de cada artículo, en vez de una secuencia mezclada continua. Se adecua para grandes volúmenes. Una línea de montaje puede variar desde un 100 % hecho por los trabajadores hasta el otro extremo, totalmente automatizada. El polo opuesto en cuanto a distribución del proceso se refiere, se tendrá en la disposición en cadena u orientada al producto, en la que los elementos productivos se disponen en la planta en la misma secuencia que las operaciones que deben efectuarse sobre el producto y, por tanto, estará justificada, en principio, a partir de ciertos volúmenes de producción del mismo producto o de producto de la misma familia que tengan una secuencia de operaciones similar. (Universidad Libre Facultad de Ingeniería, 2013)

Las distribuciones en planta que han gozado de mayor importación en industrias de producción en masa se basan en la disposición orientada al producto. Con estas organizaciones sitúa los diferentes tipos de máquinas que componen las secuencias de operaciones de un producto en línea. Al utilizar esta distribución pretende que los productos circulen entre las máquinas de modo equilibrado minimizando el tiempo de flujo y sin stock intermedio (Universidad Libre Facultad de Ingeniería, 2013)

Para la propuesta de mejora del empaque CKD para vehículos es relevante la información anterior ya que es un aporte fundamental para la optimización en la distribución de la planta de desempaque CKD, suministrando estrategias claves para que el sistema de producción fluya con facilidad y obtener un resultado exitoso.

## CADENA DE VALOR DE MICHAEL PORTER

El concepto de cadena de valor fue propuesto por Michael Porter. Según este autor, una organización es una cadena que, a través de una serie de etapas, va agregando valor para sus clientes y grupos de interés. De esta manera crea y sostiene su ventaja competitiva y, en consecuencia, produce más rentabilidad para la empresa.

Lo que caracteriza al enfoque de la cadena de valor es su interés en los procesos y actividades que se relacionan con los clientes; no tanto por los gastos o la organización departamental. (Porter, 1980)

## ELEMENTOS PRIMARIOS DE LA CADENA DE VALOR

En la figura siguiente puede observar varias agrupaciones de actividades. Porter las denominó actividades primarias y actividades de soporte. Las actividades primarias o centrales (compras, producción, marketing y ventas, distribución y servicio), están directamente relacionadas con el producto de la empresa. Son creadoras de valor y, por consiguiente, las que generan los resultados económicos (Porter, 1980)

Figura 3: Cadena de valor



Fuente: Porter, Michael E. Competitive Strategy New York 1980.

## LOGÍSTICA

Esta categoría incluye aquellos procesos relacionados con la recepción almacenamiento y distribución, interna de las materias primas o componentes de un producto o servicio. Desde este punto de vista, la función de logística es vital para la creación de valor. Esto es así porque un funcionamiento deficitario en este grupo de procesos afectaría al resto de la cadena; desde su primer eslabón (Poter, 1980)

## PRODUCCIÓN

Por su parte, esta categoría comprende las actividades que transforman las entradas en productos y servicios dispuestos para ser recibidos por los clientes.

Lógicamente, la importancia de este grupo es clave ya que, sin procesos que faciliten productos y servicios adecuados, no es posible satisfacer las necesidades y expectativas del cliente. En consecuencia, la empresa no sería competitiva (Poter, 1980)

## ACTIVIDADES SECUNDARIAS DE LA CADENA DE VALOR

Las actividades soporte (infraestructuras, recursos humanos, finanzas y administración y dirección) no tienen relación directa con el producto o servicio. No crean valor desde el punto de vista del cliente, pero son imprescindibles para que las actividades primarias se lleven a cabo (Poter, 1980)

## INFRAESTRUCTURA

En primer lugar, están los procesos que permiten a la empresa llevar a cabo sus actividades diarias. Sin estas actividades no sería posible desarrollar las actividades primarias.

Por ejemplo, las actividades de administración general, contabilidad, tesorería, cobros y pagos, contratación, gestión de activos económicos, control de costes, presupuestos, el mantenimiento de instalaciones o la gestión de los medios materiales (Poter, 1980)

## RECURSOS HUMANOS

En este segundo grupo se incluyen las actividades y procesos de soporte relacionados con la gestión de las personas. Por ejemplo, la selección de personal, las actividades de capacitación, los sistemas de remuneración, la evaluación del rendimiento; o las actividades de administración de personal (nóminas, ausencias, relaciones laborales...) (Poter, 1980)

## DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA

Aquellas actividades destinadas a mejorar el producto y los procesos. Por ejemplo, innovaciones tecnológicas y actividades dirigidas al desarrollo de productos y servicios. En general, esta categoría crea valor a través de la innovación (Poter, 1980)

## ABASTECIMIENTO

Finalmente, esta es la función de compra de insumos para la cadena de valor. Comprenden aquellos procesos relacionados con la función de compra y las derivadas de la obtención de medios para atender al cliente. Ejemplos serían la adquisición de materias primas, maquinaria, suministros y otros activos (Poter, 1980)

La propuesta de mejora del empaque CKD para vehículos tiene como enfoque de Cadena de valor, esta se refiere a todo lo que atraviesa una empresa para brindar un bien o servicio desde la concepción hasta la entrega y mantener la lealtad del cliente. Es decir, una cadena de valor es un conjunto de acciones (tanto de valor agregado como las que no agregan valor) que se necesita actualmente para mover un producto a través de los flujos esenciales para cada uno de ellos: Flujo de producto y flujo de diseño.

## 5.2 INGENIERIA DE LOS MÉTODOS

Conocida como Métodos y Tiempos, es una de las técnicas más importantes en la Ingeniería Industrial sobre todo para el estudio del trabajo. En donde se realiza un seguimiento exhaustivo con el fin de hacer un examen crítico de los métodos utilizados en el desarrollo de determinada función. El objetivo del estudio de los métodos y tiempos es realizar una metodología más eficiente y sencilla que permita a la organización ser más productiva y confiable (Ingeniería de Métodos, 2008) tal como se pretende en mediante la propuesta de mejorar el empaque CKD para los vehículos.

El desarrollo de las actividades al realizar este estudio inicia desde la parte general del proceso en donde se conoce de forma global y se puede realizar un análisis preliminar, luego el proceso se divide para revisar uno a uno los casos particulares.

A cada tiempo normal se le aplicarán sus correspondientes suplementos, obteniendo así el tiempo corregido de cada operación. El siguiente paso será calcular cuál es la frecuencia normal de cada operación, es decir, las veces que se repite. Esta frecuencia será variable en función de una serie de fórmulas y parámetros estadísticos. Con todo este proceso, lo que se pretende es llegar a simular, en una hoja de cálculo (estudio de métodos -movimientos- y tiempos), todas las variables y parámetros que influyen en el tiempo de una tarea (Crueller, 2013).

La ingeniería de los métodos proporciona beneficios como: Reduce los tiempos, optimiza los recursos, reduce riesgos de accidentalidad, minimiza costos, aporta al desarrollo sostenible, prevalece la responsabilidad social, teniendo en cuenta la importancia del recurso humano en todo momento, productos y servicios confiables y de excelente calidad.

### 5.3 MARCO CONCEPTUAL

El siguiente marco conceptual permitirá identificar los conceptos implementados en el desarrollo de la mejora al proceso de empaque de partes CKD.

Teniendo en cuenta lo anterior se afirma que al mencionar el término importación de un producto es la introducción de mercancías donde su origen es extranjero al territorio aduanero nacional, según lo indica el artículo de la universidad ICESI (ICESI, 2013).

### FUNCIONES DEL EMBALAJE

Las principales funciones del embalaje son:

#### 5.3.1 Funciones de embalaje

**PROTEGER:** Cuidar de que el artículo no reciba ningún daño durante el transporte, y que llegue a su destino totalmente ileso, es uno de los principales objetivos. Un embalaje adecuado nos garantiza la integridad del producto, ya que le protegerá de golpes, inclemencias del tiempo y otras vicisitudes que puedan surgir durante el trayecto (GuíaCamara de comercio, 2019).

**CONTENER EL PRODUCTO:** El embalaje debe contener el producto, ya que de esta manera podrá transportarlo de manera correcta, garantizando la conservación que el

artículo en cuestión necesita. Así, por ejemplo, en el caso de alimentos, el embalaje deberá garantizar que éstos lleguen a su destino conservando todas sus propiedades (GuíaCamara de comercio, 2019).

**MOTIVAR LA COMPRA:** El embalaje que presenta un producto en su exterior puede aumentar el número de ventas. Una presentación adecuada del producto hará que éste sea más atractivo para el potencial cliente (GuíaCamara de comercio, 2019).

**INFORMACIÓN:** El embalaje exterior de un producto tiene también la misión de ofrecer al consumidor la máxima información posible del mismo. Además de la información considerada obligatoria, en el embalaje se suele ofrecer otra información complementaria, como podría ser la procedencia o los consejos de uso (GuíaCamara de comercio, 2019).

### 5.3.2 Definición de desempaque

Proceso en el cual se extraen las partes o materia prima de una estructura metálica, de madera o plástica para posteriormente ser revisadas, contadas e iniciar otros procesos según los estándares de calidad. (GuíaCamara de comercio, 2019)

### 5.3.3 Definición de embalaje

El embalaje es todo el proceso que llevamos a cabo para proteger el producto o mercancía durante su manipulación, traslado y almacenamiento de este. Con este proceso protegemos el producto desde el momento de su producción y hasta el momento en que es consumido (GuíaCamara de comercio, 2019).

#### 5.3.4 Definición de métodos

El Estudio de Métodos o Ingeniería de Métodos es una de las más importantes técnicas del estudio de trabajo, que se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. (Crueller, 2013)

#### 5.3.5 Definición de medición

Comparar una cantidad con su respectiva unidad con el fin de averiguar cuantas veces la segunda está contenida en la primera. Entre las variables más medidas en los procesos tenemos, entre otros: Presión, Nivel, Temperatura, Flujo, Densidad, variables de análisis químico. (Procesos-Industriales, 2017)

#### 5.3.6 Definición de inspección

En una empresa industrial la inspección es el procedimiento mediante el cual se comprueban las especificaciones de las materias primas materiales y productos terminados, además el régimen de operaciones, los parámetros del proceso, etc. (Procesos-Industriales, 2017)

#### 5.3.7 Definición de tiempo estándar

El tiempo estándar es el tiempo requerido por un trabajador calificado y capacitado, que trabaja a una velocidad o ritmo normal para elaborar un producto o proporcionar un servicio en una estación de trabajo según condiciones determinadas por una norma de ejecución preestablecida. (Escalarte, 2015).

### 5.3.8 Definición de sobreproducción

De la sobreproducción puede afirmarse de forma natural que estanca los recursos de la empresa, aumenta el apalancamiento financiero, incrementa las necesidades de espacio, incrementa los gastos de aseguramiento, eleva los costos de almacenamiento (Caletec, 2011)

### 5.3.9 Definición de proceso sistemático

Es aquel que se encuentra regido por una serie de pasos, los cuales siguen un orden determinado de ejecución, organizados de forma lógica, para el logro de un determinado fin. (Brainly, 2016).

## 5.4 MARCO CONTEXTUAL

La propuesta de mejora de mejora del empaque CKD para vehículos se llevará a cabo en la planta de ensamble de vehículos. es una empresa en Colombia, con sede principal en Villa Rica. Opera en Fabricación de Motocicletas, incluso los de Tres Ruedas, Motos, Motonetas, Ciclomotores y Partes (incluso Sidecars) sector. La empresa fue fundada en 14 de abril de 2014. En sus últimos aspectos financieros destacados, De vehículos reportó aumenta de ingresos netos de 90,72% en 2021. Su Activo Total registró crecimiento of 18,72%. El margen neto de vehículos aumentó 6,31% en 2021.

Figura 4: Foto Imagen De vehículos



Fuente: Archivo fotográfico HMCL Colombia (Publimotos)

El entorno empresarial se entienda como el conjunto de factores externos a la empresa, pero, al mismo tiempo, directamente relacionados con ella y muy cercanos al desarrollo de su actividad económica. se caracteriza por un entorno apropiado para la competitividad se caracteriza por proveer infraestructuras básicas; buena formación de recursos humanos y procesos innovadores efectivos. Estos factores facilitan el trabajo articulado de los actores que intervienen en el entorno: los proveedores, los competidores y los clientes.

Figura 5: Foto de proceso en planta.



Fuente: Revista semana.

Los proveedores juegan un papel importante en la determinación de los precios finales e inclusive tienen poder para influir en los costos de producción. En muchos casos actúan en redes lo cual les permite insertarse de una manera más efectiva en los diferentes sectores de la economía aprovechando las innovaciones de procesos y los avances en la logística. Los competidores ayudan a las empresas a medir la intensidad de la rivalidad dentro del sector productivo o industria respectiva. La competencia también pone retos a la empresa, uno de ellos es la creación constante de modelos nuevos de motocicletas que satisfagan las necesidades de los diferentes clientes y sean asequible a su presupuesto, teniendo en cuenta que los clientes contribuyen por la vía de la demanda, sobre todo con los mercados competitivos.

En la empresa hay otros actores que juegan un papel preponderante en el entorno que son los intermediarios de marketing (concesionarios de ventas) ya que permiten a la empresa seguir la cadena de valor hasta el consumidor final.

El mercado de motos a nivel global tuvo una caída de 18% por la crisis del COVID, impulsada por el decrecimiento de China e India. En el caso de Colombia, también hubo una disminución, pues en 2020 se comercializaron 527.000 unidades, 13,8% menos que en 2019. A pesar de la crisis global, superó los 100 millones de unidades en producción acumulada, un hito para la empresa y el sector.

La situación general de la empresa se evidencia en que es la única empresa India de vehículos de dos ruedas que tiene una planta de fabricación en toda la región Latinoamericana. Esto claramente significa la importancia de este mercado en las operaciones. Las motocicletas han tenido un enfoque muy fuerte en este mercado y los resultados han sido positivos con un buen crecimiento en las ventas. También la empresa es multiplicador económico en las regiones donde opera. La planta de fabricación en Colombia ha estado exportando vehículos de dos ruedas a los mercados vecinos durante

el difícil año generado por la pandemia del coronavirus. Esto es una hazaña que no muchos otros fabricantes han logrado.

## 5.5 MARCO LEGAL

El desarrollo de esta propuesta de mejora se sustenta en el cumplimiento de la normatividad teniendo en cuenta el decreto, (1118, 1994) por el cual se dictan normas en materia de incorporación de material de producción nacional en el ensamble de motocicletas ya que regula dicha actividad y destaca su importancia.

En Colombia las empresas podrán ensamblar libremente modelos y versiones de motocicletas, obligándose a prestar el servicio postventa y garantizar el suministro de repuestos. Teniendo en cuenta la Introducción al mercado el nuevo modelo o versión de motocicletas correspondiente, la empresa ensambladora deberá informar sobre tal hecho al Ministerio de Desarrollo Económico, artículo 1 (Ministerio de desarrollo Economico Decreto2152, 1992).

Cabe destacar que las empresas ensambladoras de motocicletas deberán incorporar en éstos un mínimo de material de producción nacional, de acuerdo con el Porcentaje de Integración Nacional (PIN) para cada una de las categorías que se definen respectivamente en los artículos 3o y 5o del presente Decreto, artículo 2 (Ministerio de desarrollo Economico Decreto2152, 1992). “Las empresas ensambladoras de motocicletas y los fabricantes de material productivo están obligados a proporcionar al Gobierno Nacional y a las Entidades de Auditaje, toda la información necesaria para el cumplimiento de las normas aquí establecidas. Artículo 9” (Ministerio de desarrollo Economico Decreto2152, 1992).

Teniendo en cuenta lo anterior para el desarrollo de esta propuesta de mejora del empaque CKD de motocicletas, se tendrá en cuenta La Norma Oficial NOM-050-SCFI-2004 establece que información debe aparecer en el etiquetado general de los productos, empaques y en el embalaje para su transporte (Secretaría de economía, 2004).

¿Cuál es la importancia del envase, empaque, embalaje y etiquetado?

Envase, Empaque, Embalaje, Etiqueta, denominadas las 4 E's de la Logística, son cuatro elementos que hacen posible que una mercancía pueda llegar desde los sitios de producción, hasta el consumidor final.

Su importancia se deriva de las funciones que cumplen como parte de la estrategia de mercadeo, pero cobran una importancia en el ámbito internacional al involucrar los aspectos de movilización y transporte, la cual se caracteriza por involucrar una serie de riesgos, por estar en constante evolución y especialmente porque la entrega en condiciones óptimas es fundamental para cumplir los objetivos empresariales de lograr obtener un proceso de fidelización, de recompra y por supuesto, de pago en los términos pactados.

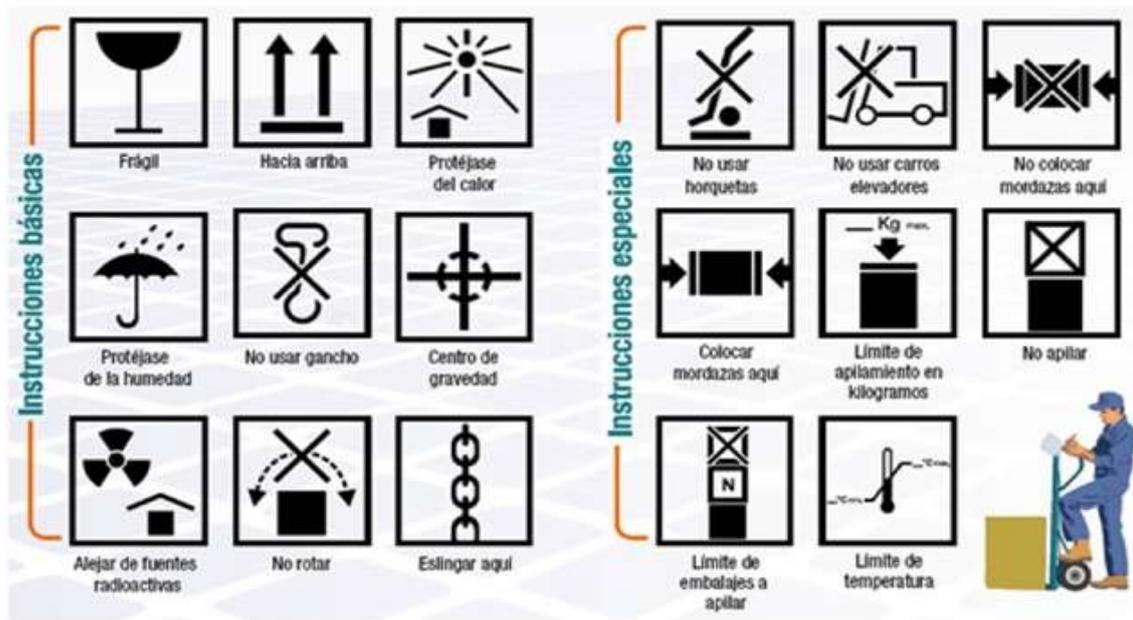
La propuesta de mejora para el empaque CKD se sustenta en la Norma ISO 3394 que hace referencia a las dimensiones de las cajas máster, de los pallets o plataformas y de las cargas paletizadas, las dimensiones de las bases de las cajas deben corresponder a un módulo de medida externa (Icontec Internacional, 2012).

De igual forma en las Normas ISO 7000 y Norma ISO 780 que especifican una serie de símbolos que se deben utilizar para marcar los empaques, embalajes y transmitir sus instrucciones de manipulación. (Peralta-comercio exterior, 2020)

La propuesta tiene en cuenta la variedad de símbolos que se deben utilizar para marcar empaques según corresponda.

De este modo, al ver algunos símbolos se podrán reconocer sin problemas. Sabiendo, además, su significado y cómo tratar el paquete.

Figura 6: Símbolos de marcación de empaques.



Fuente: (Peralta-comercio exterior, 2020). /comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/normas-iso-780-y-7000#

## 6 METODOLOGÍA

### 6.1 TIPO DE ESTUDIO

Para el desarrollo de la propuesta de mejora del empaque CKD se utilizó el estudio descriptivo y exploratorio porque permitió la medición de variables cuantitativas, captura de información necesaria para realizar un análisis sistemático del proceso de abastecimiento de material en los procesos de producción de ensamble de una motocicleta.

### 6.2 METODO DE INVESTIGACIÓN

Es necesario analizar y entender el comportamiento de cada uno de los procesos del desempaquete CKD, por consiguiente, el método de investigación es cuantitativo porque se realizó un estudio de métodos del proceso de desempaquete para establecer el tiempo estándar, de tal forma optimizar los tiempos desempaquete.

### 6.3 FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN

Durante todas las fases de la propuesta de mejora del empaque CKD, utilizamos como fuente primaria:

- Tiempos históricos que tiene el área de ingeniería del proceso de desempaquete y la proyección de producción del año 2022, con los cuales calculamos la capacidad de producción del área y con este resultado se implementa la herramienta A3 para profundizar en el problema,
- Diseño y distribución de la planta para la realización del estudio de métodos y tiempos, para establecer el tiempo estándar y los cuellos de botella.

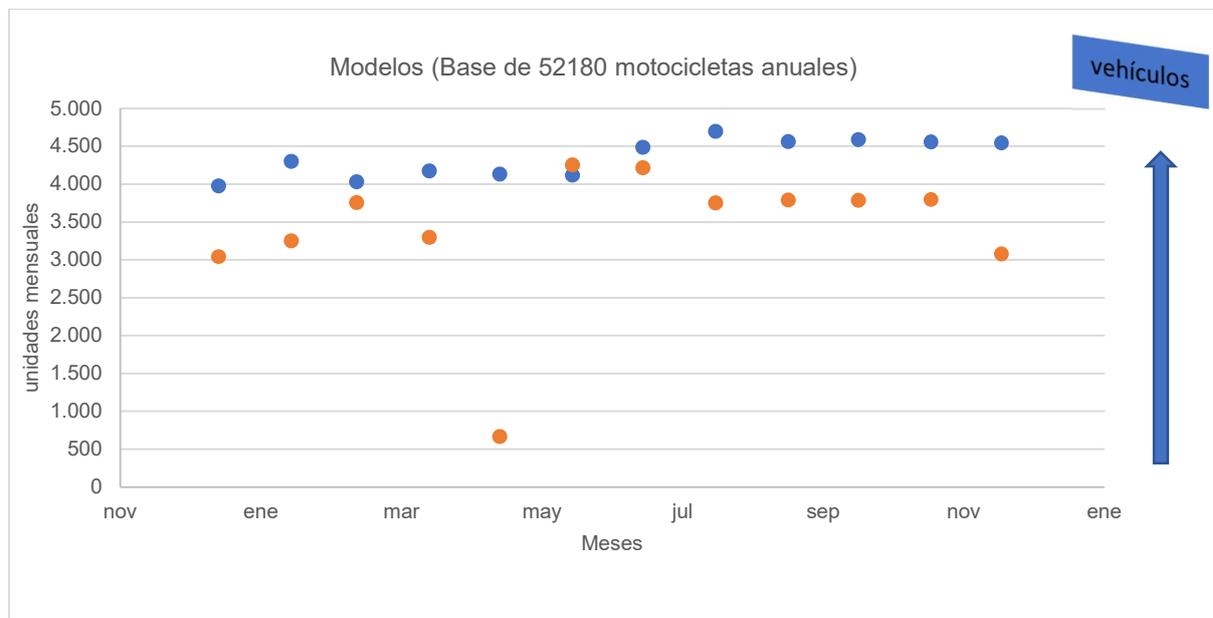
- Lista de empaque de cada una de las cajas CKD, para optimizar el contenido de cada caja y proponer una distribución óptimo dentro del contenedor.

## 7 DESARROLLO PRIMER OBJETIVO

MÉTODO SOLUCIÓN DE PROBLEMA A3 (tool, 2009-2022) se basa en documentar un problema, junto con su resultado actual y un cambio sugerido, los cuales se desglosan en 7 puntos.

Punto 1. ¿De qué estamos hablando y por qué?, En la siguiente figura se relaciona la demanda de vehículos del año 2021 y el año 2022.

Figura 7: Modelos (Base de 52180 vehículos anuales).



Fuente: Elaboración propia

Para el año 2022 la proyección de producción de vehículos es de 52180 unidades, comparando la producción de vehículos del año anterior que fue de 40702 unidades, es decir, se incrementa un 28% la producción anual como lo muestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Para calcular una precisión de producción mensual es necesario utilizar la fórmula del intervalo de confianza, las variables se encuentran en la Tabla 1: Variables para calcular Precisión de producción.

Tabla 1: Variables para calcular Precisión de producción.

VARIABLE	VALOR
Media	4348
Desviación estándar	251
N	12
Confianza	95%
$(z)(a/2)$	1,96

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 1: Intervalo de confianza

$$\bar{X} \pm \left( z \frac{\alpha}{2} \right) \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Se reemplaza los valores en la ecuación y con una confianza del 95% se puede decir que el promedio mensual de producción de vehículos para el 2022 se encuentra entre 4205 y 4490 unidades

La gerencia tiene como estrategia:

- la mano de obra no debe estar relacionada con la producción, es decir, las áreas de producción deben aumentar la capacidad ser más eficientes.

## Punto 2. Situación actual

Situación del problema - Evaluación: Para calcular la capacidad de producción del área de desempaque se utilizaron los siguientes datos:  $\mu$  máximo= PN, Días hábiles, Turno laboral, Cantidad de horas y el porcentaje de participación de cada modelo, en la

siguiente Tabla 2: Resultado de capacidad real de desempaque. Muestra el resultado de la capacidad real del área de desempaque.

Tabla 2: Resultado de capacidad real de desempaque.

MODELO	PN Anual	% PN Mensual	μ máximo PN	Unidad por lote	Ts (horas)	Unidad (hora)	tk time act	Unidad por día	Cantidad de mes real
Eco 100	2610	5,0%	225	160	7,00	23	2,6	207	207
Eco Deluxe CW	20044	38,4%	1725	160	11,00	15	4,0	135	1037
Splendor 110 RW	3600	6,9%	310	120	7,00	18	3,3	162	224
Ignitor	7476	14,3%	643	108	8,00	14	4,3	126	361
Thriller PRO	1680	3,2%	145	120	5,50	22	2,7	198	127
Dash 125 FI	656	1,3%	56	84	7,00	12	5,0	108	27
Xpulse 200 FI	3612	6,9%	311	96	5,50	18	3,3	162	224
Xpulse 200T	544	1,0%	47	96	5,00	20	3,0	180	38
Hunk 160	9654	18,5%	831	90	5,50	17	3,5	153	566
Hunk 190FI	2304	4,4%	198	96	5,50	18	3,3	162	143
Total	52180	100%	4490						2954

Fuente: Elaboración propia

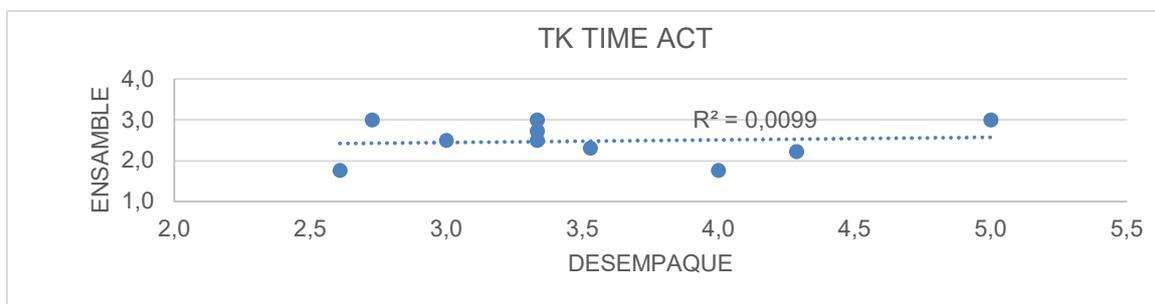
El dato que se encuentra resaltado de color amarillo de la tabla se requiere para calcular la capacidad de desempaque, esta es la relación de cantidad de producción real entre la cantidad requerida como se muestra en la siguiente ecuación.

**Ecuación 2:** Capacidad real de producción

$$\text{Capacidad} = \left( \frac{2954 \text{ unidades}}{4490 \text{ unidades}} \right) * 100\% = 65.80\%$$

Mediante la siguiente figura se estudia la relación entre 2 variables las cuales son los tiempos de ensamblar una motocicleta y el tiempo de desempacar y distribuir las partes de la motocicleta.

Figura 8: Relación horas de ensamble y desempaques de vehículos.



Fuente: Elaboración propia

La relación entre las horas de ensamble y de desempaques de los vehículos es nula, es decir, las horas hombre que se necesita para desempaques un lote de vehículos son > a las horas hombre de ensamble. Por lo cual, es necesario tener una tolerancia de  $2 \pm 3$  lotes de inventarios de material entre cada proceso, para contener y controlar las deficiencias del proceso de desempaques.

Punto 3. Se establecen dos objetivos:

Aumentar un el coeficiente de correlación de tiempos de desempaques y el ensamble de la motocicleta a un  $r = 0.55$ , la tabla siguiente nos indica los Tk Time Act esperado del proceso de desempaques.

Tabla 3: TK Time Act esperado del proceso de desempaques.

MODELO	tk time act de Desempaques	tk time act de Ensamble
Eco 100	2,6	1,8
Eco Deluxe CW	4,0	1,8
Splendor Ismart 110	3,3	2,7
Ignitor 125	4,3	2,2
Thriller 150 PRO	2,7	3,0
Dash 125 FI	5,0	3,0
Xpulse 200X	3,3	2,5
Xpulse 200T	3,0	2,5
Hunk 160	3,5	2,3
Hunk 190	3,3	3,0

Fuente: Elaboración propia

Aumentando los tiempos de ciclo del área de desempaque, es decir, aumentando las unidades por horas es posible Mejorar la capacidad desempaque a un 90.30% como lo muestra el resultado de la Tabla 3

Tabla 4: Aumento de capacidad de desempaque por horas.

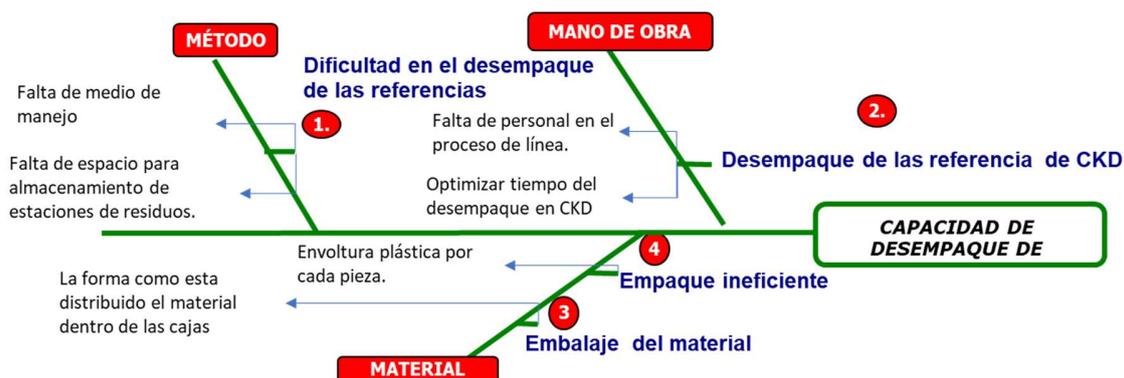
MODELO	PN Anual	% PN Mensual	μ máximo	Unidades por lote	Ts (horas)	Unidades (hora)	tk time act	Unidades por día	Cantidad mes real
Eco 100	2610	5,0%	225	180	6,00	30	2,0	270	270
Eco Deluxe CW	20044	38,4%	1725	180	6,00	30	2,0	270	2074
Splendor 110 RW	3600	6,9%	310	120	7,00	18	3,3	162	224
Ignitor	7476	14,3%	643	108	8,00	14	4,3	126	361
Thriller PRO	1680	3,2%	145	120	5,50	22	2,7	198	127
Dash 125 FI	656	1,3%	56	84	7,00	12	5,0	108	27
Xpulse 200 FI	3612	6,9%	311	96	5,50	18	3,3	162	224
Xpulse 200T	544	1,0%	47	96	5,00	20	3,0	180	38
Hunk 160	9654	18,5%	831	90	5,50	17	3,5	153	566
Hunk 190FI	2304	4,4%	198	96	5,50	18	3,3	162	143
<b>Total</b>	<b>52180</b>	<b>100%</b>	<b>4490</b>						<b>4055</b>

Fuente: Elaboración propia

El resultado que esta resaltado de amarillo se requiere, para remplazando en la ecuación 2, con el cual se calcula la capacidad real de desempaque.

Ecuación 2: Capacidad real de producción de Desempaque es  $= \left( \frac{4050 \text{ unidades}}{4490 \text{ unidades}} \right) * 100\% = 90.30\%$

Figura 9: Análisis de cauda y efecto.



Fuente: Elaboración propia

Se concluye que las principales causas de que la capacidad de desempaque no cumple con la producción requerida es la forma que llega el empaque CKD de los vehículos.

Tabla 5: Análisis de causas encontrada en el diagrama Ishikawa.

Nº	CAUSA	ACCIÓN	RESPONSABLE	PLAZO
1	Mejorar empaque del CKD	Realizar propuesta de embalaje del material en CKD que se ajuste al método de desempaque de los modelos: ECO, IGNITOR, THRILLER, HUNK, XPULSE 200	Ingeniería / Producción / Calidad	Corto
2	Balanceo de desempaque	Mejorar método del desempaque en todos los modelos.	Ingeniería / Producción	Corto
3	Dificultad en el desempaque de las referencias	Diagnosticar la necesidad de los medios de manejo y de personal para el desempaque.	Ingeniería / Producción	Corto
4	Empaques ineficientes	Eliminar empaques innecesarios	Ingeniería / Calidad	Corto

Fuente: Elaboración propia

En orden de importancia se debe realizar primero las contramedidas de mejorar el empaque CKD, Balanceo de desempaque como lo muestra la

Tabla 5

Para medir el alcance de la propuesta se realiza simulación de resultados, teniendo una eficiencia del 95% con el cual nos damos cuenta del beneficio de horas de carga que obtendríamos con las mejoras del empaque CKD como se muestra en la Tabla 6: Datos de ahorro en carga con propuesta de mejora.

Tabla 6: Datos de ahorro en carga con propuesta de mejora.

MODELO	AHORRO EN CARGA DE TRABAJO PROPUESTA DE MEJORA			
	SUMATORIA DE CARGA REAL	EMPAQUE	DESEMPAQUE	SUMATORIA DE CARGA CON MEJORAS
Eco 100	103	8	8	87
Eco Deluxe CW	112,65	8	27	78
Splendor 110 R'	132			132
Ignitor	98			98
Thriller PRO	145			145
Dash 125 FI	107			107
Xpulse 200 FI	109			109
Xpulse 200T	109			109
Hunk 160	158			158
Hunk 190FI	130			130
<b>TOTAL</b>	<b>1203,3</b>	<b>15,4</b>	<b>35</b>	<b>1152,9</b>

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la Tabla 6: Datos de ahorro en carga con propuesta de mejora. es de un 4.2% además se impactan en el balanceo de cargas de trabajo del área de desempaque.

Punto 5: Realizar proyección de contratación de mano de obra directa para la cual se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Ecuación 3: Tiempo de ciclo

$$\frac{\text{Unidades por lote}}{Ts (\text{hor})} = \text{unidades por hora ,}$$

Ecuación 4: Tiempo de carga

$\Sigma$  de los tiempos estándar del desempaque total del modelo

Ecuación 5: Takt time act

$$\mathbf{Takt} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Unidades por hora}} = \mathbf{tiempo/unidades}$$

Ecuación 6: Contratación de personal

$$\frac{\text{CARGA TOTAL}}{(\text{Tk time act} * \text{capacidad de desempaque})}$$

La contratación de personal es una forma de aumentar la capacidad de producción para la cual se realiza el requerimiento de personal por cada modelo, pero es importante que en aumentar la contratación de personal incrementa el costo de producción.

Tabla 7: Proyección de contratación de personal.

MODELO	UNIDADES POR LOTE	TS (HORAS)	TS (SEG)	UNIDADES (HORA)	CARGA (HORA)	TK TIME ACT	CONTRATACIÓN
Eco 100	180	6	120	30	48	2	26
Eco Deluxe CW	180	6	120	30	46	2	25
Splendor 110 RV	120	7	210	18	51	3	17
Ignitor	108	8	267	14	42	4	10
Thriller PRO	120	6	165	22	55	3	22
Dash 125 FI	84	7	300	12	42	5	9
Xpulse 200 FI	96	6	206	18	43	3	14
Xpulse 200T	96	5	188	20	43	3	16
Hunk 160	90	6	220	17	61	4	19
Hunk 190FI	96	6	206	18	48	3	15

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el resultado anterior se propone conservar el número de personas que actualmente están contratadas porque con el balanceo de cargas desempaque se pueden lograr reducir más las horas de carga de cada modelo.

#### Punto 6. Seguimiento.

A continuación, se presenta cronograma de trabajo para mejorar el empaque CKD.

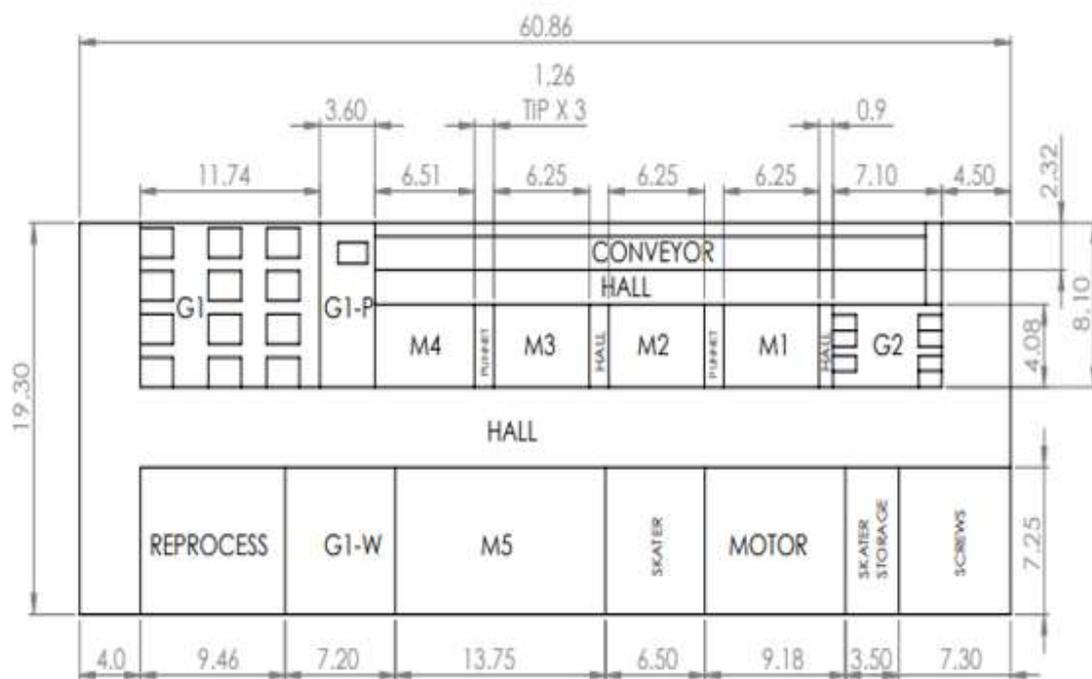
Tabla 8: Cronograma de actividades.

Nº		ACTIVIDADES	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES															
			SEMANAS															
			1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Selección del tema y definición del problema		x	x														
2	Validación de temas con jefe					x												
3	Estudio de métodos tiempos de desempaque						x	x	x	x	x	x						
4	Propuesta de mejora de empaque													x	x	x	x	

Fuente: Elaboración propia

Para facilitar es estudio de métodos y tiempo es importante conocer la distribución del área de desempaque la cual se muestra en el siguiente plano.

Figura 10: Diseño del área.



Fuente: Elaboración propia

Layout actual del área de desempaque:

Grupo 1: Se encarga de desempacar, alistamiento y distribución a los procesos de producción de: Pintura y soldadura.

Grupo 2: Se encarga de desempacar, alistamiento y distribución a los procesos de producción de:

Módulos de conteo: Cuenta, inspecciona partes de subensamble y ensamble

Tornillería: Cuenta, inspecciona partes de subensamble y ensamble

Motores: Cuenta, inspecciona morfología del número de motor

Patinador: Distribución a los procesos de producción

Reprocesos: Reparación de las partes no conformes que llegan en el empaque CKD.

Los datos suministrados por el área de ingeniería de procesos se incluyen en el diagrama de flujo con el objetivo de relacionan los tiempos de las actividades en la cual se calcula el tiempo total de la operación de desempaque del CKD.

Tabla 9: Diagrama de flujo.

DIAGRAMA DE FLUJO						
Diagrama Núm..		001		Fecha de elaboración:		
Operación:		Desempaque CKD		Fecha de revisión:		
Elaborado por:		Robinson Cabra		Aprobado por:		
No.	Actividad	Tiempo (horas)	Símbolo			
			○	⇨	D	▽
1	Solicitar las cajas del empaque CKD	0,2	●			
2	Transporte de cajas	2		●		
3	Ubicar las cajas las cajas en la zona de distribución	2	●			
4	Alistamiento de medios de manejo	2			●	
5	Alistar depósitos de reciclaje	1	●			
6	Abrir las cajas de desempaque	2,15	●			
7	Retirar las tapas superiores de las cajas	0,5	●			
8	Transporte de tapas al área de reciclaje	0,23		●		
9	Verificar el estado de las cajas	1				●
10	Distribución de materiales de acuerdo a las estaciones de trabajo de desempaque	5		●		
11	Contar, verificar el material	77	●			
12	Elaborar reporte de no conformidad	0,05	●			
13	Enviar material no conforme al área de reprocesos	0,023		●		
14	Alistamiento de kits de procesos	15	●			
15	Transporte de kits de acuerdo a los procesos de producción	2		●		
16	Desarmar cajas de madera	1,50	●			
17	Transporte de residuos de empaque al área de reciclaje	1		●		
<b>Total</b>		<b>113</b>				
RESUMEN						
MÉTODO		CANTIDAD	TIEMPO (HORAS)			
Operaciones		9	99			
Transportes		6	10			
Esperas		1	2			
Almacenar		0	0			
Inspecciones		1	1			
<b>TOTALES</b>		<b>17</b>	<b>113</b>			

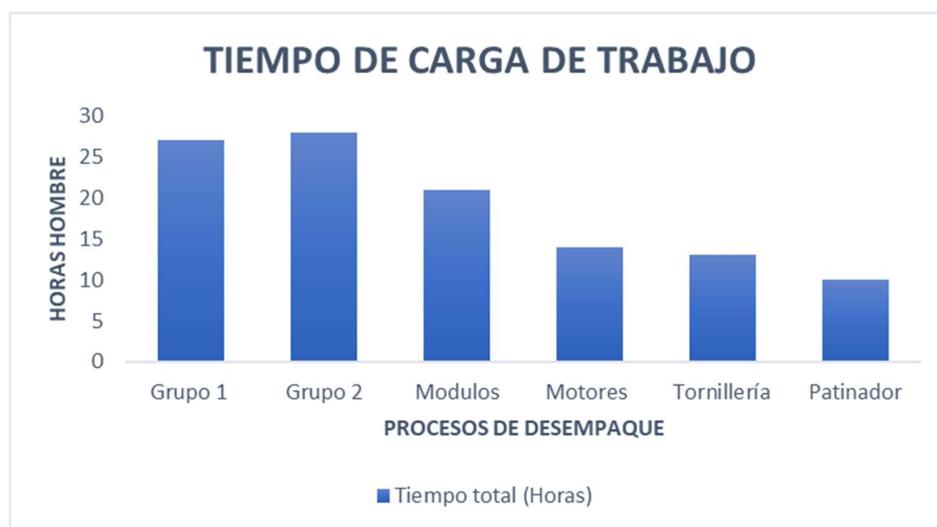
Fuente: Elaboración propia

El resultado del diagrama de flujo es de 10 horas por lo que se identifica como un desperdicio en el proceso, actualmente la capacidad del área de desempaque no es eficiente porque los tiempos de desempaque de las partes de vehículos son mayores al proceso de ensamble. Por tal motivo la empresa tiene la necesidad de realizar un estudio de métodos y tiempos que permita estandarizar el proceso y realizar la ejecución de las actividades de manera rápida y eficiente.

## ESTUDIO DE METODOS Y TIEMPOS

Es importante para un estudio de métodos y tiempos (Benjamin W. Niebel, 2009), primero es seleccionar el modelo de mayor demanda, que en este caso es ECO DELUXE, lo segundo seleccionar el área cuello de botella

Figura 11, Carga horas de trabajo por área



Fuente: Elaboración propia

La figura anterior indica que el cuello de botella son Grupo 1, grupo 2, modulo por lo cual se procede a enlistar las actividades que realizan operarios en grupo 2 al empezar el

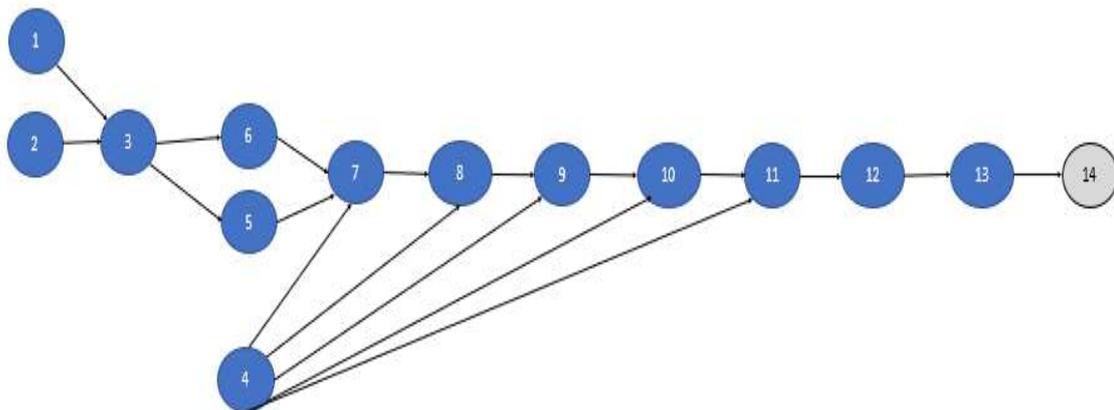
desempaque de un lote. Se continua en listando las actividades con su precedente y después se realiza el diagrama de precedencias como se muestra a continuación.

Tabla 10: Listado de actividades con precedencia.

No	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	PRECEDENCIA
1	Acomodar área	-----
2	Pedir cajas (secuencia)	-----
3	Acomodar cajas	1 y 2
4	Alistar medio de manejo, residuos	-----
5	Quitar grapas superiores pequeñas	3
6	Quitar grapas superiores grandes	3
7	Quitar tapas	4, 5 y 6
8	Segregación de materia prima	4 y 7
9	Distribución de materia prima	4 y 8
10	Almacenamiento de materia prima	4 y 9
11	Desarme caja	4 y 10
12	Disposición de residuos	11
13	Organizar área	12
14	Entrega de MP a los procesos de producción	13

Fuente: Elaboración propia

Figura 12: Diagrama de precedencias.



Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de precedencia para el desempaque del grupo 1 y 2 indica que la referencia más demanda es la actividad 4 alistar medio de manejo y residuos es importante para el inicio a la actividad 7, 8, 9, 10 y11.

También se analiza que la actividad 4 de alistamiento de medio manejo, los colaboradores deben colocar puesta punto el área de trabajo, es decir, salen a buscar a otras áreas los medios de manejo que están disponibles y llevarlos al puesto de trabajo, este hace que aumente su tiempo ocioso.

Una vez realizado el diagrama de precedencia de las actividades se inicia la toma de tiempos de cada una de las tareas antes mencionadas. Para el estudio de métodos y tiempos es importante calcular el número de muestra para lo cual se tienen en cuenta las variables que se encuentra en la Tabla 116: Variable para el cálculo de muestra., se deben colocar los valores en la ecuación 7 (Benjamin W. Niebel, 2009)

Tabla 116: Variable para el cálculo de muestra.

VARIABLE	VALOR
Muestra piloto =	10
Grados de libertad =	9
Confianza =	0,90
Nivel de significancia =	0,10
t =	1,8331
e =	5%

Fuente: Elaboración propia

**Ecuación 7:** Calculo de numero de muestra

$$((s * t)/(e * x))^2$$

Tabla 12: Suplementos.

SUPLEMENTOS	%
Personal	5%
Postura Anormal	2%
Trabajo de Pie	1%
Levantamiento de Peso, Uso de Fuerza	2%
Intensidad de la Luz	2%
Calidad del Aire	2%
Tension Visual	0%
Tension Auditiva	1%
Tension Mental	2%
Monotonía Mental	2%
Monotonía Física	1%
<b>TOTAL</b>	<b>20%</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla de suplementos: De acuerdo con labor que ejercen los trabajadores del área de desempaque se utilizan los siguientes porcentajes como suplementos que indican que este valor disminuye el rendimiento al realizar las actividades. (Benjamin W. Niebel, 2009)

Tabla 13: Norma británica

Escalas %				Descripción del desempeño
60-80	75-100	100-133	0-100	
0	0	0	0	Actividad nula.
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operador parece medio dormido y sin interés en el trabajo.
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.
80	100	133	100	Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
100	125	167	125	Muy rápido; el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de «virtuosos», solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.

Fuente: Elaboración propia

Para el factor de valoración del estudio de tiempo se utilizó tabla de la norma británica donde se verifica, la habilidad del operador, aplicación del método, el esfuerzo y la velocidad.

Se estructura una matriz para calcular los tiempos estándar de cada actividad de desempaque del modelo Eco Deluxe la formulación de la matriz es la siguiente.

Columna 1: Colocar el número de la actividad y describirla brevemente.

Columna 2-10: Registro de tiempo observado

Columna 11: Calcular el promedio de los tiempos observados.

Columna 12: Contar el número de observaciones.

Columna 13: Calcular el número de muestra ideal si este es menor a número de muestra se debe realizar otra vez el muestreo. Utilizar la fórmula de muestra.

Columna 14: Calificar el desempeño de operario.

Columna 15: Calcular el tiempo normal el cual es el producto del promedio del tiempo observado y la calificación de desempeño.

Columna 16: Categorizar el suplemento del tiempo observado

Columna 17: Calcular el tiempo estándar =  $(Tiempo\ normal)(1 + suplemento)$

Al final la matriz debe quedar como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 14: Matriz cálculo de tiempo estándar

N°	Proceso	Actividad	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09	T010	Tiempo Observado	n	Tamaño de muestras	Factor de valoración	Tiempo normal	Suplementos	Tiempo estandar
1	PLÁSTICO	Carenaje	2,33	<b>2,26</b>	2,38	2,31	243%	2,35	248%	2,40	2,53	2,45	2,32	10,00	1,67	75%	1,74	17%	2,04

Fuente: Elaboración propia

Con la matriz se calculó el tiempo estándar de cada una de las actividades a desempacar de la motocicleta del modelo Eco Deluxe. Para lo cual se recomienda revisar la hoja estudio de tiempo del libro de excel con el nombre de **Anexo B4**. Teniendo el tiempo estándar por cada actividad se calcula la carga de trabajo para el área de grupo 2 de desempaque que es una que demanda más horas de carga.

La tabla siguiente están los resultados de los tiempos estándar de cada actividad del área de desempaque.

Tabla 15: Descripción de actividades de tiempo estándar.

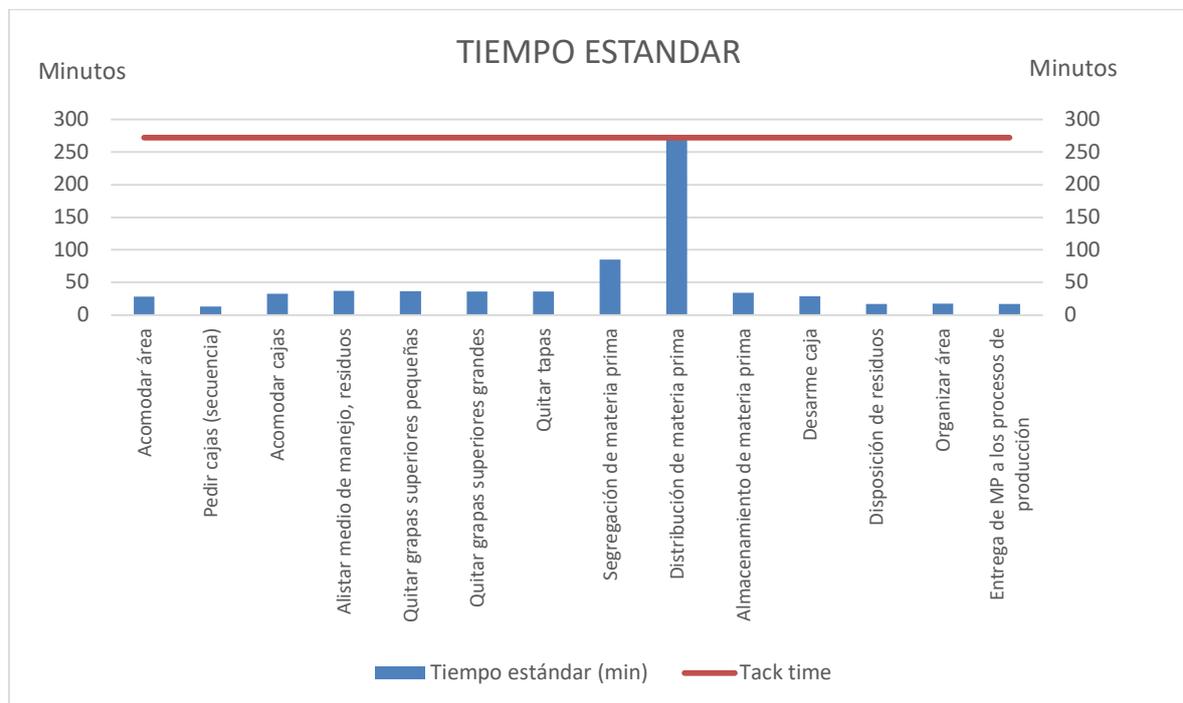
N°	Descripción de actividades	Tiempo estándar (min)
1	Acomodar área	28,23
2	Pedir cajas (secuencia)	12,89
3	Acomodar cajas	32,44
4	Alistar medio de manejo, residuos	37,15
5	Quitar grapas superiores pequeñas	36,24
6	Quitar grapas superiores grandes	35,85
7	Quitar tapas	35,85
8	Segregación de materia prima	84,79
9	Distribución de materia prima	272,26
10	Almacenamiento de materia prima	34,09
11	Desarme caja	28,67
12	Disposición de residuos	16,75
13	Organizar área	17,14
14	Entrega de MP a los procesos de producción	16,75

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se identifican los resultados de los tiempos de carga de cada una de las actividades del proceso de grupo 2, los cuales se suman para determinar el tiempo de carga total que es igual a 689,11 minutos su equivalencia en horas es de 11,49 h.

La figura 12 muestra de forma visual los cuellos de botella del proceso de grupo 2.

Figura 13: Tiempo estándar



Fuente: Elaboración propia

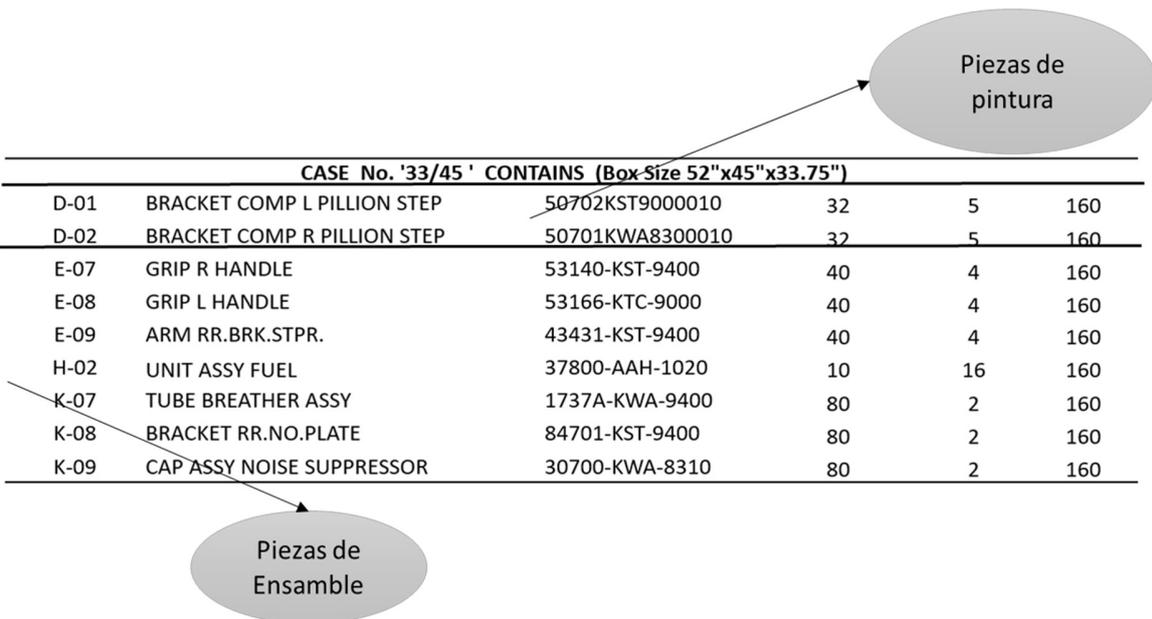
Como se observa en la figura anterior, la actividad nueve es la que mayor tiempo requiere para realizar el trabajo en grupo 2, por lo que se considera un cuello de botella, esta actividad demanda 272,26 minutos de contra flujo por el recorrido en trasladar las referencias que se desempaca en grupo 2 hacia los módulos de conteo, esto es causado por la forma que está distribuida la materia prima que llega en las cajas del CKD (COMPLETE KNOCK DOWN), como la gráfica de tiempo estándar.

## 8 DESARROLLO SEGUNDO OBJETIVO

### PROPUESTA DE MEJORA DE EMBALAJE

Las referencias llegan en los guacales son para diferentes procesos. Por lo que el empaque del CKD genera pérdida de capacidad en el área de desempaque por el contra flujo de distribución y pérdidas económicas por el alto inventario que se tienen el proceso, la siguiente tabla describe el problema.

Tabla 16: Descripción del problema de empaque



CASE No. '33/45' CONTAINS (Box Size 52"x45"x33.75")					
D-01	BRACKET COMP L PILLION STEP	50702KST9000010	32	5	160
D-02	BRACKET COMP R PILLION STEP	50701KWA8300010	32	5	160
E-07	GRIP R HANDLE	53140-KST-9400	40	4	160
E-08	GRIP L HANDLE	53166-KTC-9000	40	4	160
E-09	ARM RR.BRK.STPR.	43431-KST-9400	40	4	160
H-02	UNIT ASSY FUEL	37800-AAH-1020	10	16	160
K-07	TUBE BREATHER ASSY	1737A-KWA-9400	80	2	160
K-08	BRACKET RR.NO.PLATE	84701-KST-9400	80	2	160
K-09	CAP ASSY NOISE SUPPRESSOR	30700-KWA-8310	80	2	160

Fuente: Elaboración propia

La propuesta de empaque se basa en lo requiere el proceso, es decir, que sea empacado en función del flujo de proceso de producción para lo cual se requiere la agrupación de piezas por proceso: piezas de soldadura, piezas para pintura y piezas de ensamble

De esta forma se logrará una secuenciación de desempaque más eficiente y además se puede también se aumenta unidades de vehículos por contenedor vehículos que

cambiaría de 160 unidades a 180 unidades, para el desarrollo de la propuesta se establece 6 etapas:

Etapa 1. Proponer una lista de empaque del contenido de las cajas de madera.

Etapa 2. Diseña un paso a paso de cómo debería ser distribuida la materia prima dentro de las cajas de madera y estandarizarlo en

Etapa 3. Evaluación de pesos de las cajas de madera con el CKD.

Etapa 4. Prueba de resistencias del embalaje dentro de las cajas de madera.

Etapa 5. Distribución de las cajas de madera dentro del contenedor.

Etapa 6. Establecer secuencia de desempaque del CKD.

Para lo cual se recomienda revisar la hoja estudio de tiempo del libro de excel con el nombre de **Anexo B5**.

DESARROLLO DE LAS 6 ETAPAS:

Etapa 1: Proponer una lista de empaque CKD, Agrupación de partes en el empaque del CKD en función del flujo de proceso de producción por lo cual se desarrolló una agrupación de partes como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 17: Propuesta de empaque CKD.

<b>Propuesta</b>							
MODEL :				QTY' : 180 VEHICLES			Peso bruto de la caja
DEL. No	C O M P O N E N T			QTY/	NO OF	TTL	
CAR. TYPE	NAME	NUMBER	Cara lans	Cara lans	Cantidad		
<b>Caja No. '01/45 ' a la ' 03/ 45' ConteniHacer (Caja tamaño 90"x52"x33.75")</b>							
B-01	TUBE HacerWN SUB ASSY	5010B-AAJ-1010	60	LOOSE	60	857 kg	
	PIPE CENTRE SUB. ASSY.	5010C-AAH-8100	60	LOOSE	60		
	PLATE CENTER CROSS	50120-KST-9400	60	LOOSE	60		
	GUIDE,HARNESS	50168-KST-9400	60	LOOSE	60		
	PLATE CUSHION CROSS	50124-KST-9200	60	LOOSE	60		
	GUIDE THROTTLE CABLE	50144-KTC-9000	60	LOOSE	60		
	PIPE RR UPPER L SUB ASST	5010D-AAH-1000	60	LOOSE	60		
	PIPE RR UPPER R SUB. ASSY.	5010E-AAH-8100	60	LOOSE	60		
	STRG HEAD SUB ASSY	5010A-AAH-1000	10	6	60		
	PLATE COMP. RR CROSS	50121-AAH-1000	10		60		

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior indica que el material que se requiere para soldar las 60 unidades de chasis de la motocicleta se empaca en tres cajas, de la misma forma se realiza para las otras piezas del CKD.

Figura 14: Empaque de partes que requiere el proceso de soldadura



Fuente: Elaboración propia

Etapa 2: Diseña un paso a paso de como debería ser distribuida la material prima dentro de las cajas de madera.

Figura 15: Procedimiento de empaque

DIAGRAMA DE PROCESO	DESCRIPCIÓN
<p style="text-align: center;">Inicio</p>	
<p>Definir peso máximo de empaque</p>	<p>El peso de la caja de madera + el peso de la piezas no pueden superar los 1000Kg</p>
<p>Establecer criterios de calidad de empaque</p>	<p>La observaciones de calidad se establece para conocer que se debe hacer y que no hacer</p>
<p>Definir lista de empaque</p>	<p>De acuerdo a los procesos de producción de HMCL</p>
<p>Definir unidad de empaque por pieza</p>	<p>De acuerdo a la capacidad de almacenamiento dentro de las cajas</p>
<p>Requerimiento de material de empaque</p>	<p>Establecer el requerimiento de material de embalaje de acuerdo a las observaciones de calidad y el tipo</p>
<p>Definir tamaño de caja de madera</p>	<p>Se establece de acuerdo a las dimensiones de las piezas y la cantidad</p>
<p>Estandarizar método de embalaje.</p>	<p>Para garantizar la eficiencia del empaque se estandariza el método de empaque</p>
<p style="text-align: center;">Fin</p>	

Fuente: Elaboración propia

Para estandarizar el método de empaque se diseñó el siguiente formato con el objetivo de conservar la calidad de las piezas de los vehículos como lo muestra la tabla

Tabla 18: Instructivo de empaque CKD

CASE No. '01/45' TO '03/45' CONTAINS (Tamaño de caja 90"x52"x33.75")							
Peso bruto de la caja = 857 kg	CAR.TYPE	NAME	NUMBER	Qty/Cartons	Nº of Cartons	Cantidad	
	B-01		TUBE Hacer	5010B-AAJ-1010	60	LOOSE	60
			PIPE CENTRE SUB. ASSY.	5010C-AAH-8100	60	LOOSE	60
			PLATE CENTER CROSS	50120-KST-9400	60	LOOSE	60
			GUIDE.HARNES	50168-KST-9400	60	LOOSE	60
			PLATE CUSHION CROSS	50124-KST-9200	60	LOOSE	60
			GUIDE THROTTLE CABLE	50144-KTC-9000	60	LOOSE	60
			PIPE RR UPPER L SUB ASST	5010D-AAH-1000	60	LOOSE	60
			PIPE RR UPPER R SUB. ASSY.	5010E-AAH-8100	60	LOOSE	60
			STRG HEAD SUB ASSY	5010A-AAH-1000	10	6	60
		PLATE COMP. RR CROSS	50121-AAH-1000	10		60	

N°	Descripción	Observaciones de calidad		Cantidad	Requiriendo Material #Parte	Imagen
		Hacer	No hacer			
1	Ubicar en la caja una bolsa de plástico grande	Asegúrese de que la bolsa de plástico no tenga perforaciones		1	Tamaño de caja 90"x52"x33.75" Bolsa de plástico grande	
2	Dentro de un cartón tipo B, coloque una pequeña bolsa de plástico y VCI. Luego, pon 10 Strg. Head Sub Assy y 10 plate comp. RR cross. Repite el proceso 6 veces	Asegúrese de que el "Strg. Head sub assy" esté uno frente al otro y que el área cilíndrica esté orientada hacia el costado de	Evite el contacto	6 6 60 60	Tamaño de cartón B (610x560x270) Pequeña bolsa de plástico/VCI Strg. Head sub assy Plate comp. RR cross	
3	Coloque 1 bolsa de plástico en el medio de la caja. Junto a los cartones de la esquina.			6	Tamaño de cartón B Con parte	 
4	Coloque 1 bolsa de plástico en el medio de la caja. Junto a los cartones de la esquina.			1	Bolsa de plástico mediana	

Fuente: Elaboración propia

Etapa 3. Evaluación de pesos de las cajas de madera, para esta etapa se compara los pesos de las cajas de madera del antes y después de la propuesta.

Tabla 19: Evaluación de pesos de cajas de madera CKD.

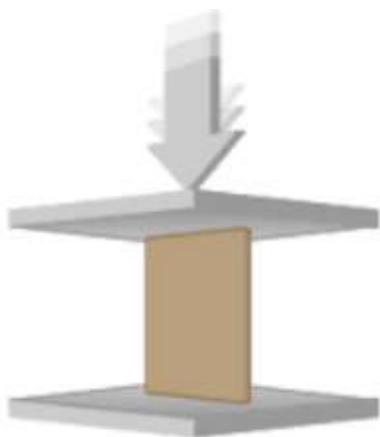
CAJA	EMPAQUE ANTERIOR LOT 160			CAJA	PROPUESTA DE EMPAQUE LOT 180		
	Peso (kg)	Tamaño de caja	Partes 160		Peso (kg)	Tamaño de caja	Partes180
16	500	Pequeña	Motores	16	500	Pequeña	Motores
17	500	Pequeña	Motores	17	500	Pequeña	Motores
18	280	Pequeña	Ruedas	18	490	Pequeña	Motores
19	280	Pequeña	Ruedas	19	490	Pequeña	Motores
20	280	Pequeña	Ruedas	20	280	Pequeña	Ruedas
21	280	Pequeña	Ruedas	21	280	Pequeña	Ruedas
22	280	Pequeña	Ruedas	22	280	Pequeña	Ruedas
23	280	Pequeña	Ruedas	23	280	Pequeña	Ruedas
24	280	Pequeña	Ruedas	24	280	Pequeña	Ruedas
25	280	Pequeña	Ruedas	25	280	Pequeña	Ruedas
26	300	Pequeña	Ruedas	26	280	Pequeña	Ruedas
27	300	Pequeña	Ruedas	27	280	Pequeña	Ruedas
28	310	Pequeña	Ruedas	28	280	Pequeña	Ruedas
29	300	Pequeña	Ruedas	29	300	Pequeña	Ruedas
30	650	Pequeña	Ruedas	30	300	Pequeña	Ruedas
31	130	Pequeña	Parte para pintura	31	310	Pequeña	Ruedas
32	370	Pequeña	Sub ensamble	32	310	Pequeña	Ruedas
33	340	Pequeña	Parte para pintura	33	483	Pequeña	Sub ensamble
34	920	Grande	Sub ensamble	34	483	Pequeña	Sub ensamble
35	770	Grande	Sub ensamble	35	289	Pequeña	Sub ensamble
36	260	Grande	Plastic parts	36	289	Pequeña	Sub ensamble
37	250	Grande	Plastic parts	37	286	Pequeña	Sub ensamble
38	800	Grande	Sub ensamble	38	286	Pequeña	Sub ensamble
39	350	Grande	Sub ensamble	39	455	Pequeña	Sub ensamble
40	900	Grande	Sub ensamble	40	455	Pequeña	Sub ensamble
41	680	Grande	Soldadura de tanque de combustible	41	800	Pequeña	Sub ensamble
42	310	Pequeña	Exhosto	42	750	Grande	Sub ensamble
43	310	Pequeña	Exhosto	43	750	Grande	Sub ensamble
44	180	Pequeña	Parte para pintura	44	765	Grande	Tank parts
45	710	Pequeña	Tornillería	45	800	Pequeña	Tornillería
<b>Tamaño de lote</b>	<b>Total (kg) =</b>		<b>18550</b>	<b>Tamaño de lote</b>	<b>Total (kg) =</b>		<b>20189</b>
<b>160</b>	<b>Total (Ton) =</b>		<b>18,6</b>	<b>180</b>	<b>Total (Ton) =</b>		<b>20,2</b>

Fuente: Elaboración propia

La tabla indica que el peso bruto de las cajas aumento 1,6 toneladas, de acuerdo a la suma de los pesos de las cajas de madera y del contenedor vacio el peso bruto del contenedor de la propuesta es de oscila en 23,95 toneladas, es decir, que esta en el peso permitivo por la naviera.

Etapa 4: Prueba de resistencias del embalaje dentro de las cajas de madera.

Figura 16: Prueba de resistencias



Fuente: Elaboración propia

La prueba de resistencia consistió en simular con el montacarga los movimientos del mar en evaluar la resistencia de las cajas, para después evaluar el estado del contenido de la caja.

Figura 17: Contenido de la caja evaluación de resistencia.

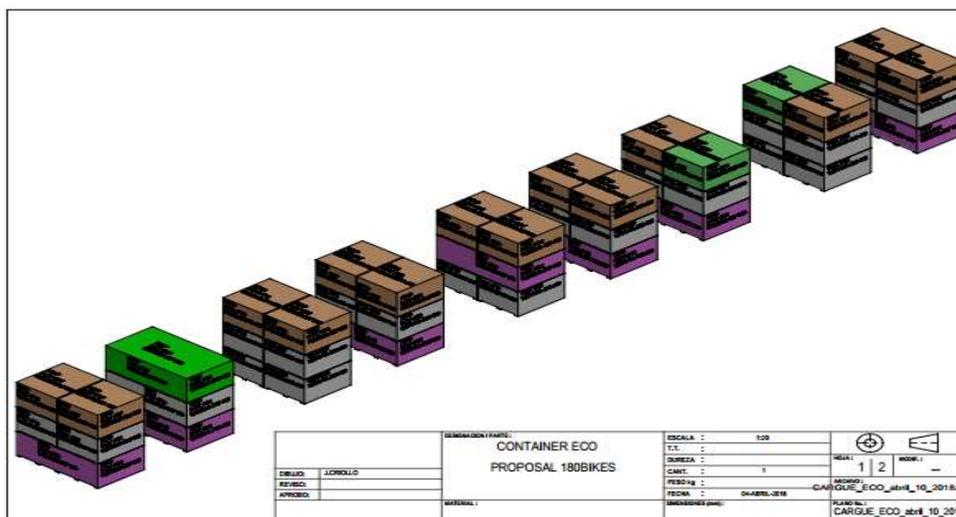


Fuente: Elaboración propia

El contenido no sufrió daños, por lo que se concluye que el empaque es el adecuado.

Etapa 5: Distribución de las cajas de madera dentro del contenedor se realiza de acuerdo con los pesos de las cajas, las que están arriba son las que pesan entre 200 y 350 kilogramos, en el medio las que pesan entre 351 y 550 kilogramos, y las de abajo las cajas que pesan entre 551 y 857 kilogramos.

Figura 18: Distribución de cajas dentro del contenedor.



Fuente: Elaboración propia

Un contenedor 40 pies vacío tiene un peso o tara de 3.750 kg y admite una carga de alrededor de 29 toneladas (29.000 kg), aunque esta carga máxima varía según la empresa naviera y el tipo de contenedor. Los más normalizados internacionalmente pueden llegar a aceptar un peso bruto máximo de 32,5 toneladas. (ICONTAINERS, 2022).

De acuerdo a la suma de los pesos de las cajas de madera y del contenedor vacío el peso bruto del contenedor de la propuesta es de oscila en 23,95 toneladas, es decir, que esta en el peso permitivo por la naviera.

Etapa 6: Cambio en la secuencia del desempaque de cajas CKD, comparación del antes y el después.

Actualmente la secuencia de desempaque esta en la siguiente tabla

Tabla 20: Secuencia de empaque - ECO DELUXE - 160 Motos. (ANTES)

SECUENCIA DE EMPAQUE - ECO DELUXE - 160 MOTOS													
Soldadura, Exostos	1	2	3	4	5	6	7	8	44				
Pintura	31	36	37	33	41								
Motores	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
Llantas, Exostos	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
M1, M2, M3, M4, Amortiguadores & espigos, Grupo 2	32	34	35	38	39	40	42	43					
Tornillería	45												

Fuente: Elaboración propia.

La secuencia anterior se agrupan las cajas de acuerdo con el contenido y la relación del proceso de producción de la empresa.

Tabla 21: Secuencia de empaque - ECO DELUXE - 180 Motos. (DESPUES)

SECUENCIA PROPUESTA EMPAQUE - ECO DELUXE - 180 MOTOS													
Soldadura	1	2	3	44									
Pintura	4	5	6										
Exostos	7	8	9										
Motores	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
Llantas	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
M1	33	34											
M2	35	36											
M3	37	38											
M4	39	40											
Amortiguadores & espigos	41												
Grupo 2	42	43											
Tornillería	45												

Fuente: Elaboración propia

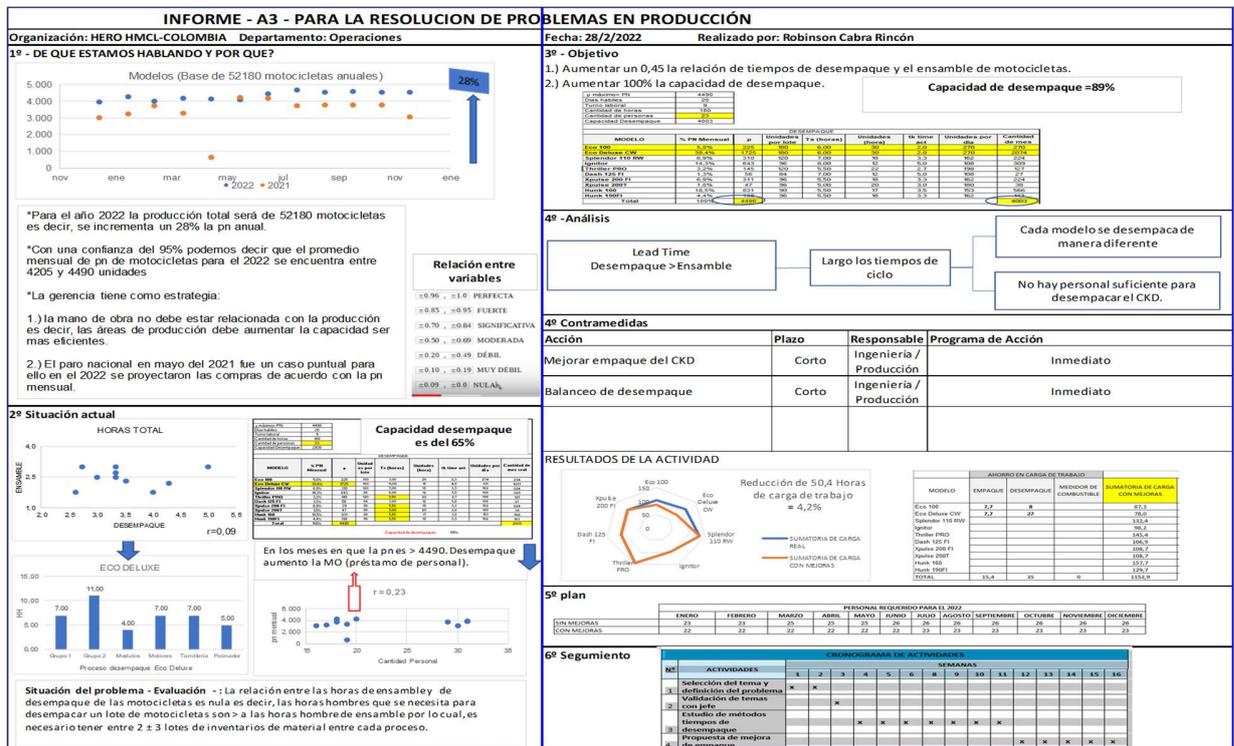
Con la propuesta se secuencia las cajas de acuerdo con el contenido porque el empaque de cada caja está en función de producción lo cual facilita el desempaque.

## 9 DESARROLLO TERCER OBJETIVO

Los resultados después de haber identificado los problemas asociados al empaque y de proponer un empaque de adaptado a los procesos de producción de los vehículos son los siguientes.

Diagnosticar el problema utilizando la metodología de Lean Manufacturing hoja A3, el cual se realizó con un trabajo colaborativo con LA EMPRESA. Se profundizo en la problemática de gerencia operacional que era identificar porque la capacidad de producción no era eficiente y como podría aumentar la capacidad sin aumentar los costos de producción. Para lo cual se recomienda revisar la hoja estudio de tiempo del libro de excel con el nombre de **Anexo B4**.

Figura 19: Hoja A3



Fuente: Elaboración propia

Se realiza una prueba piloto en la cual consistió en desempacar un lote del parte de la motocicleta ECO DELUXE y empacarlo de acuerdo con el flujo del proceso de producción, el resultado de lograr tener un empaque adecuado a los procesos de producción logra tener un ahorro de mano de obra directa como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 22: Ahorro costo unitario.

CONTRATACIÓN	PRESUPUESTADA	CON PROPUESTA	AHORRO (HH)
Número de personas	26	23	3
Total =	26	23	3

Fuente: Elaboración propia.

Trabajando con 23 personas el área desempaque obtendría un ahorro en el costo unitario del 11,53% por concepto de MOD. Cuantificando el ahorro anual por concepto de mano de obra directa, es el resultado del producto (SMMLV 2022)( % Concepto de parafiscales)( Tipo de contrato fijo a un años)(Cantidad de operarios)

SMMLV 2022= \$1.000.000

% Concepto de parafiscales=1,5

Tipo de contrato fijo a un años=12 meses

Cantidad de operarios=3

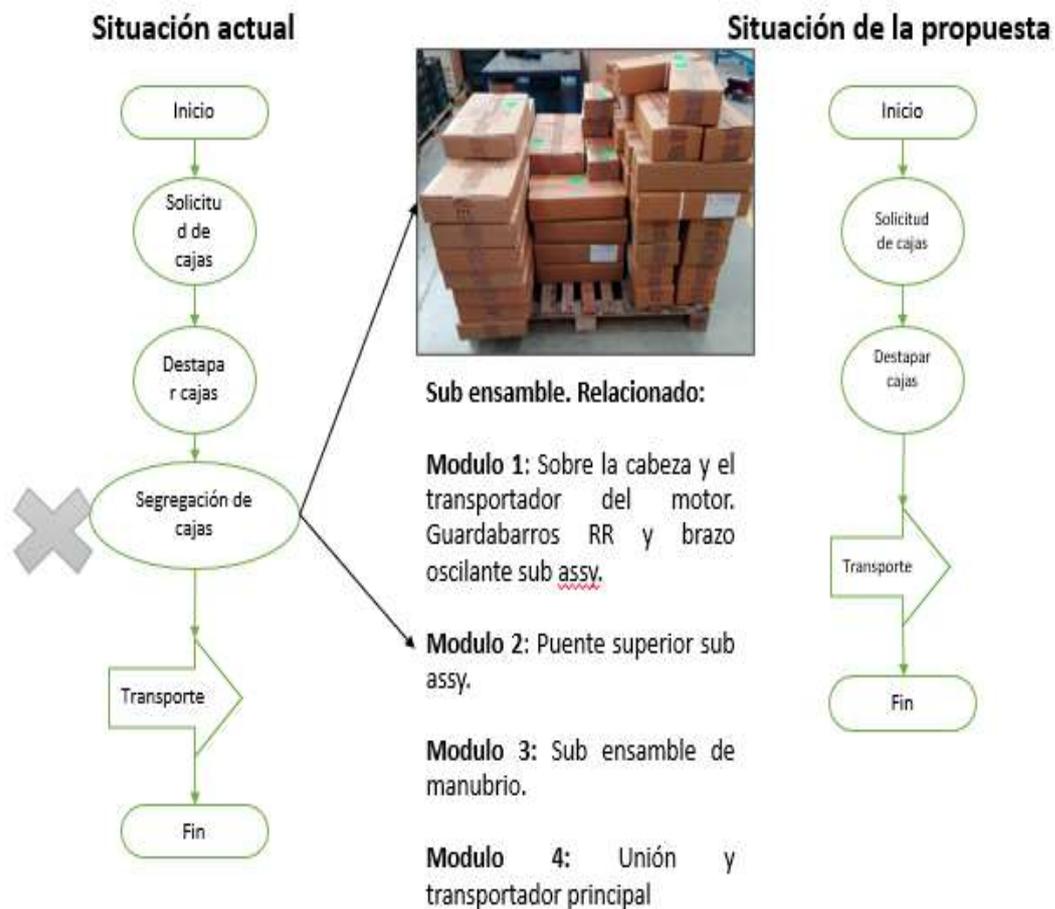
### **Ecuación 8, Ahorro MOD**

$$(\$1.000.000)(1.5)(12 \text{ meses}) = \$54.000.000$$

Realizando la conversión a dólar el \$11.234 USD

Con el estudio de método y tiempo se logra identificar los cuellos de botella los cuales se logran mitigar con la implementación de la propuesta de empaque en la siguiente figura se evidencia la eliminación de un cuello de botella que es la segregación y distribución de las cajas con las piezas de ensamble de la motocicleta.

Figura 20: Eliminación de cuellos de botella



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de carga de trabajo en el desempaque del modelo Eco Deluxe se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 23: Consolidación de horas de carga de trabajo

Estación de trabajo	Tiempo total (Horas)	Reduce tiempo (HH)	Ahorro (HH)
Grupo 1	27	19	8
Grupo 2	28	17	11
Modulos	21	19	2
Motores	14	5	9
Tornillería	13	7	6
Patinador	10	3	7
<b>Total =</b>	<b>113</b>	<b>69</b>	<b>44</b>

Fuente: Elaboración propia.

La tabla indica una reducción del 38% de las horas de carga de trabajo en los procesos de desempaque.

**FLEXIBILIDAD DEL EMPAQUE:** Existe la oportunidad de producir 90 vehículos sin necesidad de abrir todas las cajas evitar daños, además aumentaría el indicador de productividad de la planta con relación a los costos de fabricación.

**BENEFICIO:** La compañía tiene como objetivo lograr un ahorro en los gastos logísticos porque se afecta en puntos importantes que son: la rentabilidad y la competitividad empresarial relacionada con los precios bajos en la siguiente tabla esta relacionado los gastos logísticos.

Tabla 24: Ahorro costo logístico

TRM		\$ 4.840,00	
Descripción	Valor USD	Actual lote * 160	Propuesta lote * 180
Cantidad de motocicletas requeridas		20044	20044
Cantidad de contenedores		125	111
Costo flete	\$3.600,00	\$22,50	\$20,00
Puesto en puerto	\$371,90	\$2,32	\$2,07
Agente de aduanas	\$206,61	\$1,29	\$1,15
Transporte	\$433,88	\$2,71	\$2,41
otros	\$12,40	\$0,08	\$0,07
Seguros	\$15,50	\$0,10	\$0,09
<b>Total</b>	<b>\$4.640,29</b>	<b>\$29,00</b>	<b>\$25,78</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con la implementación de la propuesta de empaque la compañía tendría un ahorro por motocicleta de \$3,22 USD, para un ahorro anual de 64.694 UDS.

Con la aceptación de la propuesta se proyecta un ahorro inicial anual 75.928 USD

**Anexo B5** propuesta de empaque finalizada, para tener claridad del desarrollo de propuesta.

## 10 CONCLUSIONES

La herramienta A3 de Lean Manufacturing contribuyó con la identificación de los problemas asociados con el proceso de desempaque de la línea de ensamble de motos. Situación del problema - Evaluación: La relación entre las horas de ensamble y de desempaque de los vehículos era nula, es decir, las horas hombre que se necesitaban para desempacar un lote de vehículos eran  $>$  a las horas hombre de ensamble por lo cual, era necesario tener entre  $2 \pm 3$  lotes de inventarios de material entre cada proceso, para contener y controlar las deficiencias del proceso.

La capacidad del área de desempaque de la empresa no era eficiente porque los tiempos de desempaque de las partes de vehículos eran mayores al proceso de ensamble, se efectuó un estudio de métodos y tiempos que permitió la medición de la capacidad del proceso de desempaque, estandarizar el proceso y realizar la ejecución de las actividades de manera rápida y eficiente.

Se propuso una disposición del empaque CKD adaptada a las necesidades de los procesos de producción los vehículos. Al estandarizar este método de embalaje se logró aumentar más la capacidad de desempaque, no utilizando tantos cartones y plásticos, hubo un ahorro en transporte lo que reduce un gasto, el área de producción fue más eficiente y notablemente se aumentó la capacidad, sin aumentar el número de personal.

Se pudo obtener la reducción de los costes de manipulación, realizando operaciones de desembalaje de inventario innecesario, Agrupando piezas para el proceso de soldadura, pintura y ensamble minimizando las distancias en el recorrido. Al utilizar el 100% del volumen de los contenedores, aumentó la unidad de empaque de vehículos por

contenedor de 160 a 180 unidades, al mismo tiempo se logró obtener un ahorro en gastos transporte.

## **11 RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la empresa aplicar la propuesta de mejora del empaque CKD, a través de herramientas de trabajo, enfocadas en el aumento de la capacidad del proceso productivo, para que todos los empaques estén diseñados de acuerdo con los procesos de producción de cualquier área.

También es recomendable para la empresa, realizar un estudio de métodos y tiempos que permita la medición de la capacidad del proceso de desempaque que en la agrupación de partes y que se reduzca material de empaque como: Cartones, maderas, plásticos entre otros que se puedan minimizar.

Es recomendable para la empresa utilizar la herramienta A3 de Lean Manufacturing como practica de mejora que contribuya con la identificación de los problemas asociados con el proceso de desempaque de la línea de ensamble de vehículos.

## 12 BIBLIOGRAFÍA

- 1118, D. (2 de JUNIO de 1994). <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1227266#:~:text=DECRETA%3A,garantizar%20el%20suministro%20de%20repuestos>. Obtenido de <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1227266#:~:text=DECRETA%3A,garantizar%20el%20suministro%20de%20repuestos>.
- ACADEMIA. (2013). [https://www.academia.edu/29114837/Norma\\_ISO\\_3394](https://www.academia.edu/29114837/Norma_ISO_3394). Obtenido de [https://www.academia.edu/29114837/Norma\\_ISO\\_3394](https://www.academia.edu/29114837/Norma_ISO_3394)
- ANDI. (2022). <https://www.andi.com.co/Home/Camara/4-automotriz>. Obtenido de ANDI: <https://www.andi.com.co/Home/Camara/4-automotriz>
- Arenal Laza, C. (2022). *Optimización de la cadena logística. MF1005*. C/ San Millán: TUTOR FORMACIÓN.
- Arnedo, G. P. (s.f.). La cadena de valores como nuevo eje de competitividad frente a los desafíos del mercado global. (*Especialización en gerencia de mercado*). Universidad Tecnología de Bolívar, Cartagena.
- Automotriz, A. c. (2019). *ANDI cámaras sectoriales*, Volumen 2. Recuperado el 09 de 2022, de <https://www.andi.com.co/Home/Camara/4-automotriz>
- ballou, R. H. (2004). *Administración de la cadena de suministro*. Mexico.
- Benjamin W. Niebel. (2009). *Ingeniería industrial métodos estándares*. Mexico: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Brainly. (30 de NOVIEMBRE de 2016). <https://brainly.lat/tarea/4423755>. Obtenido de <https://brainly.lat/tarea/4423755>
- C, D. B. (s.f.). *Predictiva*. Obtenido de <https://predictiva21.com/normas-ohsas-complemento-iso-9000-14000/>

Caletec. (18 de Enero de 2011). <https://www.caletec.com/lean/los-desperdicios-relacionados-con-la-sobre-produccion/>. Obtenido de <https://www.caletec.com/lean/los-desperdicios-relacionados-con-la-sobre-produccion/>

Calixto Mendoza Roca. (2015). Manual Practico para la gestión logística. Barranquilla , Colombia.

Cerrano. (1 de Febrero de 2019). (M. Sebastián, Entrevistador)

Colombia, U. N. (NOVIEMBRE de 2012). Obtenido de [http://www.odontologia.unal.edu.co/docs/habilitacion/manual\\_bioseguridad%20y%20esterilizacion\\_abril\\_2013.pdf](http://www.odontologia.unal.edu.co/docs/habilitacion/manual_bioseguridad%20y%20esterilizacion_abril_2013.pdf)

Congreso de Colombia. (31 de Diciembre de 2005). Diario Oficial 46138. Bogotá, Bogotá.

Coutín Velez, M. (2009). *Universidad autonoma de occidente*. Obtenido de <https://dspace-uao.metacatalogo.com/handle/10614/6599>

Crueller, J. A. (2013). *Ingeniería Industrial-Metodos y trabajos*. Marcombo.

DANE. (09 de 2022). <https://www.dane.gov.co/>. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional>: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional>

*Dispositivos médicos canifarma*. (7 de 01 de 2019). Obtenido de <https://dispositivosmedicos.org.mx/>

*Embalajes Nicolas*. (s.f.). Obtenido de <https://www.embalajesdemadera.net/que-es-el-embalaje/>

Escalarte. (SEPTIEMBRE de 2015). *INGENIERÍA INDUSTRIAL*. Obtenido de <https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/842/free/data/presentacion/cap8.pdf>: <https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/842/free/data/presentacion/cap8.pdf>

ESPINAL, G. M. (05 de NOVIEMBRE de 2013). *INGENIERÍA DE MÉTODOS Y TIEMPOS*. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/La-Ingenier%C3%ADa-de-M%C3%A9todos-y-Tiempos-como-herramienta-Espinal-Montoya/10b6b14d3f50d11a1f574bb71d5b24d11a7ffe77>: <https://www.semanticscholar.org/paper/La-Ingenier%C3%ADa-de-M%C3%A9todos-y-Tiempos-como-herramienta-Espinal-Montoya/10b6b14d3f50d11a1f574bb71d5b24d11a7ffe77>

FRANCAS, I. Z. (DICIEMBRE de 2021). *CAMARA DE USUARIOS ZONAS FRANCAS*. Obtenido de [https://img.lalr.co/cms/2022/08/05083023/Infografia-Zonas-Francas-Andi\\_compressed.pdf](https://img.lalr.co/cms/2022/08/05083023/Infografia-Zonas-Francas-Andi_compressed.pdf)

*Funcion publica*. (0628 de 2005). Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/>

Gonzales, H. (2 de DICIEMBRE de 2006). <https://calidadgestion.wordpress.com/2016/11/30/iso-90012015-simplificacion-de-procesos/>. Obtenido de <https://calidadgestion.wordpress.com/2016/11/30/iso-90012015-simplificacion-de-procesos/>.

GuíaCamara de comercio. (Diciembre de 2019). Guía sistema de empaque. *Guía sistema de empaque*. Bogotá, Bogotá, Colombia.

ICESI, U. (2013). *QUE ES UNA IMPORTACIÓN UNIVERSIDAD ICESI*. Obtenido de <https://www.icesi.edu.co/blogs/icecomex/2008/02/01/%C2%BFque-es-una-importacion/>: <https://www.icesi.edu.co/blogs/icecomex/2008/02/01/%C2%BFque-es-una-importacion/>

ICONTAINERS. (AGOSTO de 2022). <https://www.icontainers.com/es>. Obtenido de ICONTAINERS: <https://www.icontainers.com/es>

Icontec Internacional. (21 de 11 de 2012). Norma tecnica colombiana 3394. *Norma tecnica colombiana 3394*.

Ingenieria de Métodos. (2008). *INGENIERÍA DE MÉTODOS. Revista V procesos Industriales*, 79. Obtenido de <https://www.virtualpro.co/revista/ingenieria-de-metodos/4>

INGENIERIA, E. D. (2017). <https://instrumentacionuc.wixsite.com/facultad-ingenieria/copia-de-conceptos-basicos-instrumentaci>. Obtenido de <https://instrumentacionuc.wixsite.com/facultad-ingenieria/copia-de-conceptos-basicos-instrumentaci>

Iragorri, J. D. (s.f.). Propuesta de servicio de ensamble y manufactura en el sector automotriz en la zona franca. (*Tesis de pregrado*). Universidad ICESI, Santiago de Cali.

Isabel, G. L. (2014). *Gestión del comercio exterior de la empresa*. Madrid: ESIC EDITORIAL.

Lamb, H. (s.f.).

Ley 1004 de 2005. (31 de 12 de 2005). Diario oficial 46138 . Bogotá, Bogotá.

Marco, J. A. (2021). *LOGISTICA 5.0: TRANSPORTA TU LOGISTICA AL MUNDO DIGITAL*. MADRD: ALMUZARA. Obtenido de <https://www.casadellibro.com/libro-logistica-50-transporta-tu-logistica-al-mundo-digital/9788418757037/12350820>

Ministerio de desarrollo Economico Decreto2152. (30 de DICIEMBRE de 1992). Ministerio de desarrollo Economico Decreto2152. Bogotá, Bogotá. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1207>

Ministerio de Hacienda. (7 de mayo de 2021). Diario Oficial de Colombia. Bogotá, Bogotá.

MONTOYA, G. (2012). *Métodos y tiempos* . Obtenido de <https://revistas.eia.edu.co/index.php/SDP/article/view/356/349>

Morton, F. (Junio de 2018). *The Anáhuac Jornal*. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2683-26902018000100045&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2683-26902018000100045&script=sci_arttext)

Nicola, M. (2015). *INGENIERIA DE LA EXPORTACIÓN*. ESPAÑA: FUNDACIÓN CONFEMETAL.

NOMVERIFY. (SEPTIEMBRE de 2022). <https://nomverify.com/nom-050-scfi-2004/>.  
Obtenido de <https://nomverify.com/nom-050-scfi-2004/>:  
<https://nomverify.com/nom-050-scfi-2004/>

ONLINE.COM, I. I. (AGOSTO de 2022).  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>.  
Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/que-es-la-ingenieria-de-metodos/>

Peralta-comercio exterior. (SEPTIEMBRE de 2020). *Comercio exterior*. Obtenido de  
TODO COMERCIO EXTERIOR:  
<https://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/normas-iso-780-y-7000#>

PEREZ, B. (2012). *INGENIERÍA DE METODOS Y TIEMPOS*. Obtenido de  
<https://www.semanticscholar.org/paper/La-Ingenier%C3%ADa-de-M%C3%A9todos-y-Tiempos-como-herramienta-Espinal-Montoya/10b6b14d3f50d11a1f574bb71d5b24d11a7ffe77>

Porter. (1985). <https://scholar.google.com.co/scholar?q=PORTER>. Obtenido de  
ARTICULOS ACADEMICOS PARA PORTER:  
[https://scholar.google.com.co/scholar?q=PORTER+1985&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.com.co/scholar?q=PORTER+1985&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)

Prieto Uribe. (18 de Agosto de 2022). <https://www.portafolio.co/opinion/otros-columnistas-1/zonas-francas-diego-prieto-uribe-569742>.  
Obtenido de <https://www.portafolio.co/opinion/otros-columnistas-1/zonas-francas-diego-prieto-uribe-569742>

Procesos-Industriales. (2017). *INSTRUMENTACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES*.  
Obtenido de <https://instrumentacionuc.wixsite.com/facultad-ingenieria/copia-de-conceptos-basicos-instrumentaci>:  
<https://instrumentacionuc.wixsite.com/facultad-ingenieria/copia-de-conceptos-basicos-instrumentaci>

PRODUCTOS, N. E. (JUNIO de 2004). <https://nomverify.com/nom-050-scfi-2004/>.  
Obtenido de <https://nomverify.com/nom-050-scfi-2004/>

PUBLIMOTOS. (SEPTIEMBRE de 2018).  
<https://publimotos.com/index.php/noticia/lanzamientos/149--motocorp-inauguro-su-planta-de-produccion-en-colombia>. Obtenido de PUBLIMOTOS.COM:  
<https://publimotos.com/index.php/noticia/lanzamientos/149--motocorp-inauguro-su-planta-de-produccion-en-colombia>

Questionpro. (2022). Obtenido de Questionpro:  
<https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-investigacion-cuantitativa/>

Ramirez, R. N. (s.f.). Análisis de las practicas de sostenibilidad a travez de los reportes de sostenibilidad. (*Tesis de pregrado*). Universidad ICEISI, Santiago De Cali.

Rivera , C., & José simeon, C. (2019). *Central American Journals Online*. Obtenido de <https://camjol.info/index.php/reuca/article/view/7830>

Secretaia de economía. (1 de junio de 2004). norma NOM-050-SCFI-2004. *norma NOM-050-SCFI-2004*.

social, E. m. (14 de 05 de 2007). *Resolución 1403 2007*. Obtenido de [http://autorregulacion.saludcapital.gov.co/leyes/Resolucion\\_1403\\_de\\_2007.pdf](http://autorregulacion.saludcapital.gov.co/leyes/Resolucion_1403_de_2007.pdf)

Sulser Valdez, R., & Pedroza Escandón, E. (2004). *Exportación Efectiva*. Mexico: ISEF EMPRESA LIDER.

Sulser Valdez, R., & Pedroza Escandon, J. (2014). *Exportación Efectiva*. Mexico: ISEF EMPRESA LIDER.

tool, K. (2009-2022). <https://kanbantool.com/es/guia-kanban/solucion-de-problemas-a3>.

Universidad Andina Simón Boivar. (2021). Propuesta de diseño de un modelo integrado de gestión. Quito, Ecuador.

Valle, I. M. (4 de 09 de 2019). *Insumos medicos Colombia*. Obtenido de <https://insumedicosdelvalle.com/>

Yate Arévalo, A. (2016). *El empaque factores para el diseño de empaque*. Bogotá: Ediciones de la U.

## **ANEXOS**

Anexo B 1; Hoja estudio de tiempo libro de Excel

Anexo B 2; Hoja estudio de tiempo libro de Excel