

UNIVERSIDAD LATINA
Escuela de Ingeniería Industrial

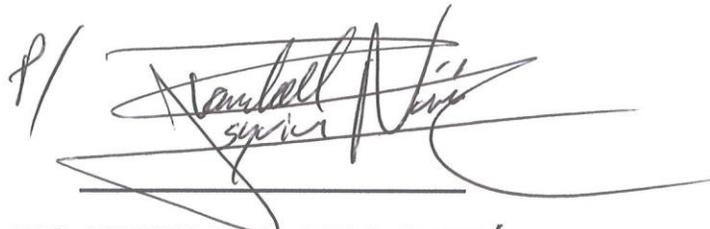
REDISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA
COBICONDOR S.A., DEDICADA AL ENSAMBLE DE BICICLETAS

Ing. Milton Elías Pineda Lizardo

III Cuatrimestre, 2017

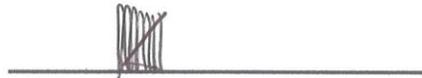
TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: Rediseño del proceso de producción en la empresa Cobicondor S.A. dedicada al ensamble de bicicletas, por el estudiante: Milton Elías Pineda Lizardo, fue aprobada por el Tribunal Examinador de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial:



ING. YESENIA SALAZAR GUZMÁN

TUTOR



ING. ALFONSO ZÚÑIGA ARCE

LECTOR



ING. ZINDHY LEON ESTRADA

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

Heredia, 21 de diciembre de 2017

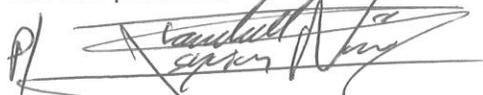
Señores
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Tutor, apruebo el presente documento de la Tesis titulada "Rediseño del proceso de producción en la empresa Cobicondor S.A. dedicada al ensamble de bicicletas", elaborada por el estudiante Milton Elías Pineda Lizardo, cedula de identidad 134000096514.

Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Lector y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular



Ing. Yesenia Salazar Guzmán, MBA
Cédula: 6-0354-0437
Tutor

Heredia, 21 de diciembre de 2017

Señores
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Lector, apruebo el presente documento de la Tesis titulada "Rediseño del proceso de producción en la empresa Cobicondor S.A. dedicada al ensamble de bicicletas", elaborada por el estudiante Milton Elías Pineda Lizardo, cedula de identidad 134000096514

Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Tutor y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular



ING. Alfonso Zúñiga Arce
Lector

Carta de aprobación por parte del Filólogo del Trabajo Final de Graduación

San José, 11 de enero de 2018

Señores
Universidad Latina de Costa Rica
Campus Heredia

Estimados señores:

En mi condición de filólogo hago constar que he revisado la tesis para optar por el grado académico de licenciatura en Ingeniería Industrial con Énfasis en Logística, bajo el Proyecto Final de Graduación título: “Rediseño del proceso de producción en la empresa Cobicondor S.A. dedicada al ensamble de bicicletas”.

La revisión se hizo en la parte morfosintáctica, forma, estilo, acentuación, ortografía y puntuación; por lo cual este trabajo está listo en tales aspectos para ser presentado ante la Universidad Latina de Costa Rica como Proyecto Final de Graduación.

Atentamente,


Lic. Henry Rivera Morales
Ced. 1-1195-0430
Carné N° 036633
COLYPRO



“Carta Autorización del autor(es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación”

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros):

Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con " ; "

Milton Pineda Lizardo

De la Carrera / Programa: Ingeniería Industrial Licenciatura Logística

autor (es) del (de la) (Indique tipo de trabajo): Tesis
titulado:

REDISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA COBICONDOR S.A., DEDICADA AL ENSAMBLE DE BICICLETAS

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página web institucional, así como medios electrónicos en general, internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos dentro o fuera de la Red Laureate, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de esta.

La presente autorización se extiende el día (Día, fecha) 16 del mes enero del año 2018 a las 12:30 . Asimismo declaro bajo fe de juramento, conociendo las consecuencias penales que conlleva el delito de perjurio: que soy el autor(a) del presente trabajo final de graduación, que el contenido de dicho trabajo es obra original del (la) suscrito(a) y de la veracidad de los datos incluidos en el documento. Eximo a la Universidad Latina; así como al Tutor y Lector que han revisado el presente, por las manifestaciones y/o apreciaciones personales incluidas en el mismo, de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjurio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores Según orden de mención al inicio de ésta carta:

Tabla de Contenidos

Resumen	14
1 Capítulo 1.....	15
1.1 Antecedentes del problema	16
1.2 Planteamiento del Problema.....	18
1.3 Preguntas del problema.....	20
1.4 Justificación del problema.....	21
1.5 Objetivo general.....	22
1.6 Objetivos específicos:.....	22
1.7 Alcances.....	23
1.8 Limitaciones:.....	23
2 CAPÍTULO II: Marco Conceptual	25
2.1 Análisis costo-beneficio.....	26
2.2 Calidad.....	26
2.3 Diagrama de Gantt:	28
2.4 Distribución de Planta	28
2.5 Diagrama de procesos:	28
2.6 Diagrama de Flujo del Proceso:.....	29
2.7 Eficiencia.....	30
2.8 Empresa	30
2.9 Estudio de Tiempos.....	31
2.10 Estudio de los tiempos y trabajadores	31
2.11 Indicador de producción	32
2.12 Ingeniería de métodos:	32
2.13 Ishikawa	33
2.14 Misión	33
2.15 Muestreo del Trabajo:	34
2.16 Organigrama:.....	35
2.17 Pareto	35
2.18 Sistemas de Manufactura:	36
2.19 Tamaño de Muestra:	36
2.20 Tiempos estándar:.....	37
2.21 Visión.....	37
2.22 Valores organizacionales	38
2.23 5S.....	38
3 CAPÍTULO III: Marco Situacional.....	40
3.1 Generalidades de mercado.....	41
3.2 Situación del sector económico de la empresa	41
3.3 Misión.....	42
3.4 Visión	42
3.5 Valores.....	42
3.6 Actividad Principal.....	42
3.7 Producción Mensual	43
3.8 Organigrama.....	43
3.9 Principales clientes y proveedores.....	44

4	Capítulo IV: Marco Metodológico	46
4.1	Tipo de investigación	47
4.2	Alcance de la investigación	47
4.3	Fuentes de información.....	47
4.3.1	Primarias.....	47
4.3.2	Secundarias	48
4.4	Instrumentos y técnicas de recolección de datos	48
4.5	Cuadro de Instrumentalización de Variables.....	49
4.6	Programa de Actividades.....	51
4.7	Diagramas Gantt.....	52
5	Capítulo V Análisis de la Situación Actual.....	53
5.1	Determinar las actividades que no generan valor al proceso.....	54
5.1.1	Análisis Causa y Efecto	54
5.1.2	Análisis causa y efecto de segundo nivel.....	56
5.1.3	Análisis Diagrama Pareto	58
5.2	Análisis de tiempo del proceso actual.....	59
5.2.1	Mapeo de proceso general	60
5.2.2	Proceso Productivo	63
5.2.3	Preparación de Aros y Llantas.....	64
5.2.4	Preparación de Marcos.....	66
5.2.5	Preparación de Manivela	66
5.2.6	Preparación de Bicicleta Montaña	67
5.2.7	Preparación de Bicicleta Playera:.....	71
5.2.8	Preparación de Asientos	74
5.2.9	Toma de Tiempos	74
5.2.10	Cursograma analítico.....	77
5.2.11	Tiempo Estándar	80
5.2.12	Diagrama Bimanual.....	88
5.3	Análisis de capacidad instalada	89
5.3.1	Capacidad en la que trabaja la planta.....	89
5.3.2	Producción Esperada	94
5.4	Distribución Actual de la planta.....	95
6	Diseño de Propuesta.....	99
6.1	Propuesta de Orden y Limpieza	100
6.1.1	5S.....	101
6.1.2	Asignación de Responsabilidades.....	103
6.2	Propuesta de herramienta andon.....	104
6.3	Distribución de Planta	104
6.4	Propuesta de estantes con rodines	108
6.5	Estandarización de proceso de ensamble.....	110
6.6	Medición de método de ensamble propuesto	111
6.7	Propuesta de uso de indicadores.....	115
6.8	Evaluación Económica	116
7	Capítulo VII Conclusiones y Recomendaciones.....	118
7.1	Conclusiones.....	119
7.1.1	Situación actual.....	119
7.1.2	Conclusión de propuesta	119
7.2	Recomendaciones.....	120

8 Bibliografía	122
9 Anexos	125

Tabla de figuras

Figura 1 Organigrama.....	44
Figura 2: Gantt	52
Figura 3 Diagrama causa y efecto	54
Figura 4 Diagrama causa y efecto segundo nivel.....	57
Figura 5 Diagrama Pareto.....	59
Figura 6: Fases principales.....	61
Figura 7 Mapeo de empresa.....	62
Figura 8 Mapeo de Planta	63
Figura 9 Diagrama de operaciones	65
Figura 10 Diagrama de operaciones	66
Figura 11 Diagrama de operaciones	67
Figura 12 Diagrama de operaciones	70
Figura 13 Diagrama de operaciones	73
Figura 14 Diagrama de operaciones	74
Figura 15 Cursograma montaña.....	78
Figura 16 Cursograma playera 26.....	79
Figura 33 Gráfico de capacidad de bicicleta playera.....	92
Figura 34 Gráfico de capacidad de bicicleta de montaña	93
Figura 35 Gráfico de capacidad de planta	94
Figura 36 Distribución de planta	96
Figura 37 Recorridos desde bodega.....	97
Figura 38 Transportes a línea	98
Figura 39 Distribución propuesta.....	105
Figura 40 Transportes desde bodega.....	106
Figura 41 Transportes a línea	107
Figura 42 Estantes con rodines.....	108
Figura 53 Bimanual Actual	142

Tabla de cuadros

Tabla 1 Cuadro de Variables	49
Tabla 2: Programa de Actividades	51
Tabla 3 Tabulación de incidencias.....	55
Tabla 4 Sipoc.....	60
Tabla 5 Resumen de tiempos de ensamble	74
Tabla 6 Resumen de tiempos en planta	80
Tabla 7 Tiempo Básico	81
Tabla 8 Suplementos	81
Tabla 9 Suplementos sobre producción de ruedas.....	81
Tabla 10 Cálculo del tiempo tipo	82
Tabla 11 Tiempo tipo para bicicleta de montaña 26	83
Tabla 12 Tiempo tipo para bicicleta playera 26.....	84
Tabla 13 Resumen de tiempos estándar.....	86
Tabla 14 Resumen de tiempos de transporte	86
Tabla 15 Resumen de tiempos estándar.....	87
Tabla 16 Observaciones de paro de línea	87
Tabla 17 Resumen de bimanual actual.....	89
Tabla 17 Datos para cálculo de tamaño de muestra	90
Tabla 18 Horas eficientes	95
Tabla 19 Producción esperada	95
Tabla 20 Resumen de tiempos de transporte.....	96
Tabla 21 Observaciones de paro de línea	100
Tabla 22 Evaluación 5S	101
Tabla 23 Asignación de responsabilidades.....	103
Tabla 24 Distancias recorridas.....	107
Tabla 25 Tiempos de transporte.....	109
Tabla 26 Resumen de transportes	109
Tabla 27 Resumen de bimanual actual.....	110
Tabla 28 Resumen de bimanual propuesto	110
Tabla 29 Medición de tiempos	111
Tabla 30 Medición de tiempos	113
Tabla 31 Tiempos estándar y producción	114
Tabla 32 Tiempos estándar y producción	115
Tabla 33 Comparación tiempos estándar y producción.....	115
Tabla 34 Indicador de producción diaria.....	115
Tabla 35 Indicador de producción programada.....	116
Tabla 36 Costo Beneficio	117
Tabla 37 Inversiones.....	117

Anexos

Anexo 1 – Muestreo durante ensamble de playera 26	126
Anexo 2 – Muestreo durante ensamble de Montaña	126
Anexo 3 – Toma de tiempos – Producción de ruedas	127
Anexo 4 – Toma de tiempos – Preparación de Marcos	127
Anexo 5 – Toma de tiempos – Ensamble de manivelas	127
Anexo 6 – Toma de tiempos – E1 Montaña 26	128
Anexo 7 – Toma de tiempos – E2 Montaña 26	128
Anexo 8 – Toma de tiempos – E3 Montaña 26	129
Anexo 9 – Toma de tiempos – E4 Montaña 26	129
Anexo 10 – Toma de tiempos – E5 Montaña 26	129
Anexo 11 – Toma de tiempos – E1 Playera 26	130
Anexo 12 – Toma de tiempos – E2 Playera 26	130
Anexo 13– Toma de tiempos – E3 Playera 26	131
Anexo 14 – Toma de tiempos – E4 Playera 26	131
Anexo 15 – Toma de tiempos – Asientos	131
Anexo 16 – Bimanual del proceso productivo de Embocinado	132
Anexo 17 – Bimanual del proceso productivo de Ajuste de Niples	133
Anexo 18 – Bimanual del proceso productivo de Centrado	134
Anexo 19 – Bimanual del proceso productivo de Llantas y Neumáticos	135
Anexo 20 – Bimanual de proceso productivo de Marcos	136
Anexo 21 – Bimanual de proceso productivo de manivelas	137
Anexo 22 – Bimanual de línea productiva montaña 26 E1	138
Anexo 23 – Bimanual de línea productiva montaña 26 E2	139
Anexo 24 – Bimanual de línea productiva montaña 26 E3	140
Anexo 25 – Bimanual de línea productiva montaña 26 E4	141
Anexo 26 – Bimanual de línea productiva montaña 26 E1	142
Anexo 27 – Bimanual de línea productiva playera26 E1	143
Anexo 28 – Bimanual de línea productiva playera26 E2	144
Anexo 29 – Bimanual de línea productiva playera26 E3	145
Anexo 30 – Bimanual de línea productiva playera26 E4	146
Anexo 31 – Bimanual de proceso productivo de asientos	147
Anexo 32 – Toma de tiempos – Propuesta de producción de ruedas	148
Anexo 33 – Toma de tiempos – Propuesta de ensamble de marcos	148
Anexo 34 – Toma de tiempos – Propuesta de ensamble de manivelas	148
Anexo 35 – Toma de tiempos – Propuesta E1 montaña 26	149
Anexo 36 – Toma de tiempos – Propuesta E2 montaña 26	149
Anexo 37 – Toma de tiempos – Propuesta E3 montaña 26	149
Anexo 38 – Toma de tiempos – Propuesta E4 montaña 26	150
Anexo 39 – Toma de tiempos – Propuesta E5 montaña 26	150
Anexo 40 – Toma de tiempos – Propuesta E1 playera 26	150
Anexo 41 – Toma de tiempos – Propuesta E2 playera 26	151
Anexo 42 – Toma de tiempos – Propuesta E3 playera 26	151
Anexo 43 – Toma de tiempos – Propuesta E4 playera 26	151
Anexo 44 – Toma de tiempos – Propuesta Asientos	152

Anexo 45 - Bimanual propuesto embocinado y unión de aros.....	153
Anexo 46 - Bimanual ajuste de nipples.....	154
Anexo 47 - Bimanual propuesto centrado	155
Anexo 48 - Bimanual propuesto llanta y neumático.....	156
Anexo 49 - Bimanual propuesto Marcos	157
Anexo 50 - Bimanual propuesto manivela	158
Anexo 51 - Bimanual propuesto línea de ensamble E1 montaña	159
Anexo 52 - Bimanual propuesto línea de ensamble E2 montaña	160
Anexo 53 - Bimanual propuesto línea de ensamble E3 montaña	161
Anexo 54 - Bimanual propuesto línea de ensamble E4 montaña	162
Anexo 55 - Bimanual propuesto línea de ensamble E5 montaña	163
Anexo 56 - Bimanual propuesto línea de ensamble E1 playera	164
Anexo 57 - Bimanual propuesto línea de ensamble E2 playera	165
Anexo 58 - Bimanual propuesto línea de ensamble E3 playera	166
Anexo 59 - Bimanual propuesto línea de ensamble E4 playera	167
Anexo 60 - Bimanual propuestooa asientos	168

Resumen

El presente proyecto fue realizado en la empresa Cobicondor, ubicada en Barreal de Heredia, la cual se dedica al ensamble de bicicletas. Su producto final actualmente se ofrece al mercado nacional. El objetivo general del trabajo realizado fue efectuar un rediseño del proceso productivo actual.

La principal justificación del proyecto radica en la situación de encontrarse en un mercado con una demanda creciente, lo cual ha despertado el interés de incrementar la capacidad de producción de la empresa. El proyecto se realizó con el propósito de mejorar el procedimiento productivo de ensamble de bicicletas y así incrementar la productividad.

Se trabajó con los modelos de bicicleta de montaña tamaño 26 y la bicicleta playera tamaño 26, debido a que estas representan los productos de mayor demanda. Se realizó un estudio de la situación actual, donde se identificaron y priorizaron las actividades que generan desperdicio durante el proceso de ensamble. Se elaboró un estudio de tiempos, donde se logró calcular el tiempo estándar del ensamble de una bicicleta, y además se determinó si la distribución actual de la planta incide directamente en el flujo productivo.

Como principales aportes, se ofreció una distribución que reduce las distancias recorridas entre las estaciones de ensamble, se realizaron diagramas bimanuales que describen un método de ensamble estandarizado, y se proponen herramientas que facilitan el mantenimiento del orden y la limpieza dentro de la planta. Asimismo se presentan indicadores que permiten extraer información y control sobre la producción diaria de la empresa.

La implementación de las propuestas reduce los tiempos de ensamble y permite a la empresa elevar la cantidad de unidades que estas producen. La bicicleta de montaña aumenta su producción en un 12%, mientras que la bicicleta playera aumenta su producción en un 14%.

Como principal recomendación se aporta la propuesta de mantener el monitoreo constante de los procesos por medio del uso de indicadores, a fin de lograr controlar el proceso de ensamble.

1 Capítulo 1

1.1 Antecedentes del problema

Este apartado pretende dar mención a tesis de años anteriores que agregan valor al desarrollo del proyecto presente debido a la similitud del tema y condiciones.

Tema

Estandarización del proceso productivo y propuesta para la implementación del indicador OEE en la de bases de la compañía Nutriquim S.A.

Autor

Ing. Juan Daniel Ramírez Sánchez

Año

2014

Breve descripción

Este es un estudio por el Ingeniero Ramírez Sánchez, desarrollado en la empresa Nutriquim S.A, ubicada en Heredia, enfocado en el área de producción. Esta es una empresa dedicada al diseño y manufactura de productos alimentarios. El problema presentado es que la empresa carece de sistemas que permitan estandarizar los procesos de producción, que permitan dar control y seguimiento a la productividad y eficiencia. El proyecto tiene el propósito de mejorar la línea de producción de bases, el cual es el proceso de mayor aporte.

Tema

Propuesta de un plan de mejoramiento de la productividad del departamento Banbury de Bridgestone de Costa Rica

Autor

Ing. Carlos Andrés Gonzales Trejos

Año

2012

Breve descripción

Este es un estudio del Ing. Carlos Andrés Gonzales Trejos desarrollado en la empresa Bridgestone de CR, ubicada en la Ribera de Belén, enfocado en el área de producción. Esta es una empresa dedicada a la fabricación de llantas y contempla mercado nacional como también Centroamérica y Estados Unidos.

La situación presentada es que la empresa incrementó su producción de planta de 6000 a 12000 llantas, por lo que fue necesario analizar los aspectos de productividad en el área de manufactura. Se evidencia que hay problemas como producción irregular y variabilidad de eficiencia, entre otros, que tienen como origen un mal manejo de información o escasez de esta.

1.2 Planteamiento de Problema

La investigación presente tiene como objeto de estudio la empresa Cobicondor SA de Costa Rica, la cual está ubicada y realiza sus operaciones en Barreal de Heredia. En la actualidad es una empresa líder en el ensamble y distribución de bicicletas dentro del mercado nacional, busca ofrecerle al mercado costarricense productos de calidad mientras promueven el deporte y la salud de los habitantes. El surgimiento de nuevos productos e incremento de demandas en este campo deportivo exigen a la empresa a adaptar su sistema productivo e implementar diversas metodologías para así lograr la satisfacción de cliente.

Los productos que Cobicondor ensambla y ofrece a la venta son las bicicletas de montaña, las bicicletas playeras y las BMX. Además por cada tipo de bicicleta se cuenta con una versión tanto masculina como femenina, las cuales cuentan con tres diferentes tamaños cada una.

El campo de desarrollo de la compañía ha estado en crecimiento debido a las nuevas tendencias culturales del país, las cuales buscan la salud y bienestar del individuo. Desde varios años atrás han implementado esfuerzos por mejorar su capacidad productiva, evidencia de esto son los métodos utilizados actualmente, como lo son las jornadas extra y reconocimientos adicionales a sus empleados. Sin embargo, el proceso de producción no se encuentra estandarizado y el departamento de producción se enfoca únicamente en metas empíricas basadas solamente en proyección de ventas y no en capacidad instalada. El enfoque actual deja olvidados factores de relevancia, como lo son el costo de oportunidad y el control de desperdicios.

Con base en lo expresado anteriormente, se puede afirmar que la compañía no cuenta con una estandarización de sus procesos productivos, ni con estudios que evidencien cuáles son las pérdidas que comprometen la eficiencia del proceso y el correcto uso de los recursos. Hoy en día no se tiene establecido cuáles son las mudas del proceso de ensamble, lo cual está ligado a tiempos de preparación, tiempo disponible

para el proceso, tiempos muertos, bajas de calidad, ni tampoco se encuentra evidencia de una búsqueda por la mejora continua.

La búsqueda de la mejora continua dentro de Cobicondor requiere de una revisión constante de los factores que puedan perjudicar la eficiencia del proceso, como son los tiempos ociosos. De esta forma se podrá implementar cambios que optimicen los procesos, para hacer así más rentable el proceso productivo como tal.

1.3 Preguntas del problema

¿Cuál es la capacidad real de producción de Cobicondor S.A.?

¿Cuáles son los factores que generan variabilidad en el tiempo de ensamble?

¿La distribución actual permite el flujo productivo de la empresa?

¿Cuál es el tiempo estándar de producción para los modelos que ofrece la empresa?

1.4 Justificación del problema

Como profesional en formación, cabe la posibilidad de algún día encontrarse en puestos de suma importancia, y utilizar el conocimiento obtenido para obtener mejoras de beneficio a las personas y a la sociedad a la que pertenecemos. La empresa Cobicondor es una empresa costarricense con más de treinta años de participación en el mercado del país, que le ofrece a sus habitantes un medio de transporte sano y amigable con el ambiente. Como ingeniero industrial, el desarrollo del presente proyecto permitirá al desarrollador sumergirse en la búsqueda de la continua optimización, cuyos resultados serán de provecho para una empresa nacional cuyo producto termina en las manos de los ciudadanos de este país.

El desperdicio y el desaprovechamiento de los recursos, entre otros, son obstáculos que comprometen la calidad; en este caso se trata de un medio de transporte para el costarricense, el cual tiene el claro potencial comprometer la salud y seguridad del individuo. Es decir, que la correcta implementación del conocimiento adquirido durante la carrera de ingeniería en el desarrollo de este proyecto representa no únicamente el crecimiento económico de una empresa o el incremento de la calidad de un producto, sino también representa en cierto grado la calidad de vida que reciben los integrantes de este país. Junto a lo mencionado anteriormente, el desarrollo de este proyecto permitirá al estudiante retar y afinar sus habilidades para algún día encontrarse en un puesto de importancia en su campo de estudio.

1.5 Objetivo general

Rediseñar el proceso de producción de ensamble de bicicletas de la Empresa Cobicondor, a fin de obtener un sistema que cumpla con las metas productivas.

1.6 Objetivos específicos:

Determinar las actividades (mudas y desperdicios) que no agregan valor al proceso actual de ensamblado de bicicletas.

Priorizar las actividades identificadas por medio del análisis de Pareto.

Estimar los tiempos estándar del proceso actual de ensamble de bicicletas.

Determinar la capacidad instalada con la que cuenta actualmente la planta productiva para compararla con la meta establecida por la gerencia.

Determinar si la distribución actual de la planta incide en el flujo y la capacidad del proceso de producción.

Rediseñar los procesos actuales eliminando o disminuyendo los desperdicios identificados.

Realizar una evaluación económica de las propuestas de rediseño.

1.7 Alcances

Con el desarrollo de la propuesta a la empresa Cobicondor se espera que la entidad logre disminuir sus tiempos de fabricación y mantener los productos en un óptimo nivel de calidad. La propuesta pretende ofrecer una capacidad productiva mayor a la que se tiene actualmente. Se busca estandarizar el proceso de ensamble, documentar y controlar los trabajos secuenciales, tiempos en proceso y herramientas con el fin de mantener una producción ideal.

1.8 Limitaciones

La disponibilidad y el tiempo del personal de la empresa a la hora de la recolección de datos e investigaciones, ya que esto requiere tiempo de operarios y colaboración con el gerente de operaciones para así recolectar la información necesaria.

Por motivos de privacidad, empresa se reserva el compartir los datos de venta. El criterio experto de la empresa presenta que los productos de mayor importancia para la empresa son las bicicletas playera y montaña, ambas de tamaño 26, por lo que el análisis productivo se concentrará en estos modelos. Se indica que no se tuvo acceso a la información para corroborar estos productos dentro de una clasificación ABC, sin embargo el personal experto de la empresa indica que estos corresponden a clasificación A.

De presentarse oportunidades de mejora, estas están ligadas a los factores económicos, humanos y culturales de la entidad como tal, por lo que se requiere un compromiso de la gerencia. La gerencia junto con el dueño de la organización evaluarán la información y decidirán si se desea implementar las modificaciones encontradas.

2 CAPÍTULO II: Marco Conceptual

Este apartado está designado a la presentación teórica de las herramientas consideradas necesarias para el desarrollo de proyecto presente.

2.1 Análisis costo-beneficio

El análisis de costo-beneficio es un término que se refiere tanto a:

Una disciplina formal (técnica) a utilizarse para evaluar, o ayudar a evaluar la factibilidad económica de un proyecto o propuesta.

Un planteamiento informal para tomar decisiones de algún tipo, por naturaleza inherente a toda acción humana.

Bajo ambas definiciones, el proceso involucra, ya sea explícita o implícitamente, un peso total de los gastos previstos en contra del total de los beneficios previstos de una o más acciones con el fin de seleccionar la mejor opción o la más rentable. Muy relacionadas, pero ligeramente diferentes, están las técnicas formales que incluyen análisis costo-eficacia y análisis de la eficacia del beneficio.

El costo-beneficio es una lógica o razonamiento basada en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo invertido, tanto por eficiencia técnica como por motivación humana. Se supone que todos los hechos y actos pueden evaluarse bajo esta lógica, aquellos donde los beneficios superan el costo son exitosos, caso contrario fracasan (Mendoza, 2008). El análisis costo-beneficio nos permitirá cuantificar la ganancia que obtendrá la empresa si se decide implementar la propuesta realizada.

2.2 Calidad

Este término es de suma importancia para el proyecto presente ya que los estudios e implementaciones que se desean realizar en la entidad son para incrementar la calidad del servicio que esta ofrece y así satisfacer en mayor grado las expectativas del cliente. El texto de Calidad y Productividad de Pulido Gutiérrez (2014) habla extensamente sobre este término junto a la inmensidad de conceptos y ciencias en las que este se envuelve:

La calidad atañe a todas las áreas de una organización y no solo a una, por lo que es necesario alinear estrategias y esfuerzos para generar mejoras en toda la organización, guiados por el objetivo final: tener productos que satisfagan las expectativas y necesidades de los clientes en calidad, precio y tiempo de entrega (pág. 18).

La cita anterior nos permite amarrar la idea de que la calidad es un término de suma relevancia para todas las áreas de una organización. Con ayuda de Frank Grima, Richard Chua y Joseph Defeo en su texto *Análisis y Planeación de Calidad* (2007), podemos observar el término bajo el punto de vista de diversos expertos y adentrarnos un poco al concepto de cómo concebir este:

Finalmente, apuntaremos que los expertos en calidad ofrecen diferentes definiciones taquigráficas sobre esta: “adaptabilidad de uso” (Juran), “cumplimiento de las especificaciones” (Crosby), “perdida para la sociedad” (Taguchi), “grado predecible de uniformidad” (Deming). Estas aceptaciones son complementarias y ofrecen un significado operativo en las diferentes fases de las actividades de calidad. Para el registro, la Organización la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) define calidad como “la totalidad de características de una entidad que se relaciona con su capacidad para satisfacer las necesidades establecidas e implícitas.”... Lograr la calidad requiere de una amplia variedad de actividades identificables o de tareas de calidad. Ejemplos obvios son el estudio de las necesidades de calidad en los clientes, la revisión de diseños, la pruebas de producto y el análisis de quejas en el campo. En una empresa pequeña estas tareas pueden ser desempeñadas por pocas persona. Sin embargo, cuando la compañía crece, las tareas específicas puede llegar a consumir tanto tiempo que se debe crear departamentos especializados para desempeñarlas (pág. 15).

En el caso del proyecto presente, la entidad ofrece productos que terminan definiendo la satisfacción del cliente, sin embargo cabe recalcar un tema particular para el tipo de productos manufacturados. Al ser bicicletas, un error de calidad puede resultar en una caída o lesión grave e inclusive la muerte a la hora de utilizar el producto. La calidad del producto manufacturado resultará en el bienestar del consumidor y prevendrá el desarrollo de posibles problemas legales, como las demandas.

2.3 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una útil herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado. Schroeder menciona más sobre esta herramienta en su obra compartida *Administración de operaciones: conceptos y casos contemporáneos* (5a. ed.).

Uno de los métodos de programación más antiguos, las gráficas de Gantt, lo propuso Henry Gantt en 1917: Una gráfica Gantt es una tabla en la que el tiempo se coloca a lo largo de la parte superior y un recurso escaso, como las máquinas, las personas o las horas máquina, se coloca en la parte lateral (pág. 312).

El diagrama de Gantt nos permitirá organizar las tareas a realizar para el desarrollo del proyecto (ver el capítulo III del trabajo presente para ver el desglose).

2.4 Distribución de Planta

“Una buena distribución de planta es la que proporciona condiciones de trabajo aceptables y permite la operación más económica, a la vez mantiene las condiciones óptimas de seguridad y bienestar de los trabajadores” (Urbina, 2010).

2.5 Diagrama de procesos

El diagrama de procesos muestra la secuencia de operaciones utilizadas en el proceso productivo, desde la llegada del material a la salida de producto terminado.

“El diagrama de procesos operativo terminado ayuda a los analistas a visualizar el método en curso con todos sus detalles, de tal forma que se pueden identificar nuevos y mejores procedimientos. Este diagrama muestra a los analistas qué efecto tendrá un cambio en una determinada operación en las operaciones precedentes y subsecuentes” (Niegel, 2009).

2.6 Diagrama de Flujo del Proceso

En similitud con el diagrama de procesos, el diagrama de flujo de procesos nos permite visualizar el curso, sin embargo este presenta un nivel de detalle aún más elevado.

“En general, el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama de proceso operativo. Como consecuencia, no se aplica generalmente a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y por ende reducir sus costos” (Niegel, 2009).

Simbología:

“Óvalo Elipse: Inicio y Salida (abre / cierra el diagrama).

Rectángulo: Actividad (representa la ejecución de una o más actividades).

Rombo: Decisión (fórmula una pregunta o cuestión).

Círculo: Conector (representa el enlace de actividades con otra dentro del procedimiento).

Triángulo boca abajo: Archivo definitivo (guarda un documento en forma permanente).

Triángulo boca arriba: Archivo temporal (proporciona un tiempo para el almacenamiento de un documento)” (Hudson, 1991).

En nuestro caso se realizará un Diagrama de Flujo para facilitar la comprensión del proceso productivo dentro de la empresa.

2.7 Eficiencia

La eficiencia es la capacidad de lograr el efecto deseado o de cumplir una función.

2.8 Empresa

Este proyecto se enfoca en una empresa costarricense, en donde se realizará un estudio de la capacidad productiva, para así presentar la posible implementación de herramientas ingenieriles las cuales ofrecerán un incremento en la capacidad productiva como tal. Es necesario conocer a qué nos referimos con el término “empresa.” Según la comisión de la unión Europea, una empresa es:

Se considera empresa toda entidad, independientemente de si forma jurídica, que ejerza una actividad económica. En particular, se consideran empresas las entidades que ejerzan una actividad u otras actividades a título individual o familiar, las sociedades de personas y las asociaciones que ejerzan una actividad económica de forma regular (Diario Oficial de la Unión Europea, 28.02.2004).

Está también la definición ofrecida por la Oficina del Emprendedor de Base Tecnológica Madrid:

Una empresa es un sistema que interacciona con su entorno materializando una idea, de forma planificada, dando satisfacción a unas demandas y deseos de clientes, a través de una actividad económica. Requiere de una razón de ser, una misión, una estrategia, unos objetivos, unas tácticas y unas políticas de actuación.

Se necesita de una visión previa y de una formulación y desarrollo estratégico de la empresa. Se debe partir de una buena definición de la misión, la planificación posterior está condicionada por dicha definición (Base Tecnológico de Madrid, 2017).

Se puede mencionar que la Oficina de Emprendedores resalta que estas entidades necesitan de una razón de ser y una misión, por lo que es importante que nos adentremos en el entendimiento de todos estos conceptos. La razón de ser de las empresas deberá responderá a unas finalidades claras.

¿Qué quiere conseguir la empresa dentro de la actividad a que se dedica?

Finalidad: Elemento estimulante, superior, que no necesariamente se alcanzará, o al menos a corto-medio plazo.

La misión implica ya un nivel de concreción mayor sobre la empresa.

¿Por qué se crea?

¿Para qué se está desarrollando? Objeto social.

Una empresa puede tener una o varias misiones. Varias misiones, a menudo conforman distintas unidades de negocios (Base Tecnológico de Madrid, 2017).

2.9 Estudio de Tiempos

“Es la técnica que permite establecer un tiempo estándar de tiempo aceptado para realizar una tarea determinada, con base en la medición de trabajo del método preestablecido, considerando el rendimiento del personal junto con demora y retrasos inevitables.

El enfoque del estudio de tiempos para la medición del trabajo utiliza un cronometro o algún otro dispositivo de tiempo, para determinar el tiempo requerido para finalizar tareas determinadas. Suponiendo que se establece un estándar, el trabajador debe ser capacitado y debe utilizar el método prescrito mientras el estudio se está llevando a cabo” (OIT, 1996).

2.10 Estudio de los tiempos y trabajadores

El estudio de métodos busca: perfeccionar el método con que se estudia una tarea. Se debe escoger entre varios operarios buscando un individuo que sea competente y constante en su trabajo. No se debe escoger a un individuo que por motivos de temperamento no pueda trabajar normalmente al ser observado.

En el estudio de toma de tiempo se hace una distinción entre los trabajadores llamados representativos y calificados. Es representativo aquel cuya competencia y desempeño correspondan al promedio del grupo estudiado, por lo tanto es calificado

aquel quien tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo (OIT, 1996).

2.11 Indicador de producción

Los indicadores de producción son aquellos que nos reflejan la medición sobre variables que puedan generar desperdicio o imperfecciones en la producción de un bien. Es decir, es una medida que nos permite estudiar el cumplimiento de una meta u objetivo. Los indicadores de producción son herramientas con las cuales podremos evaluar el desempeño de una actividad productiva con base en una meta previamente establecida.

2.12 Ingeniería de métodos

Hoy en día el uso de métodos y estudios de tiempos son metodologías que permiten un incremento en la productividad de un proceso o sistema como tal. Dicho esto, podemos establecer que si una compañía desea progresar junto a su rentabilidad se debe incrementar su productividad como tal. Esto hace referencia a la producción por tiempo utilizado o por trabajo.

La Ingeniería de métodos como tal es una técnica que busca elevar la productividad por medio del aprovechamiento de los recursos ya existentes.

“La ingeniería de métodos incluye el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería del producto. Cuando el mejor método coincide con las mejores habilidades disponibles, se presenta una relación trabajador-máquina eficiente. Una vez que se ha establecido el método en su totalidad, se debe determinar un tiempo estándar para fabricar el producto. Además, existe la responsabilidad de observar que 1) los estándares predeterminados sean cumplidos; 2) los trabajadores sean compensados de manera adecuada de acuerdo a su producción, habilidades, responsabilidades y experiencia; y 3) que los trabajadores experimenten un sentimiento de satisfacción por el trabajo que realizan” (Niebel, 2009).

Se puede decir que el incremento de la productividad es el método a seguir para elevar la rentabilidad de una empresa como tal. A continuación una serie de pasos a seguir para llegar al mejoramiento de la productividad:

“Selección del proyecto
Recolección de patos
Análisis de información
Desarrollo del método
Implementación del método
Evaluación del método
Establecer tiempo estándares
Seguimiento” (Niebel, 2004).

2.13 Ishikawa

“El diagrama Ishikawa conocido también como diagrama causa y efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teoría propuesta sobre las causas de un problema. Nos permite, por tanto lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustituto de los datos” (Stachú, 2009).

2.14 Misión

Las organizaciones deben tener una idea clara de qué es lo que hacen y qué papel juegan en el mercado en que han decidido sumergirse. Cobicondor presenta en su misión una delimitación del tipo de actividad productiva que estos realizan y hacia qué sector van enfocados dichos esfuerzos. Con apoyo de una definición y ejemplificación dada por Charles Hill, apreciaremos con gran claridad el papel de una misión para una organización:

La misión describe qué hace la compañía. Por ejemplo, la misión de Kodak es proporcionar a los “clientes las soluciones necesarias para capturar, guardar, procesar, reproducir y comunicar imágenes en cualquier lugar y en cualquier momento”. En otras palabras, Kodak existe para ofrecer soluciones de imágenes a los consumidores. En su declaración de misión, Ford Motor Company se describe como una compañía “apasionadamente comprometida con ofrecer movilidad a las personas alrededor del mundo... Nos anticipamos a las necesidades del consumidor y ofrecemos productos y servicios excelentes que mejoran la vida de las personas”. En pocas palabras, la misión de Ford es ser una compañía que existe para satisfacer las necesidades de movilidad personal de consumidor. Ambas misiones se enfocan en las necesidades del consumidor que la compañía trata de satisfacer en lugar de hacerlo en los productos en particular (imágenes y movilidad personal en vez de película o cámaras convencionales y automóviles). Son misiones orientadas hacia el cliente más que hacia los productos (pág. 11. Hill, 2009).

2.15 Muestreo del Trabajo

“Se define como una serie aleatoria de observaciones del trabajo utilizada para determinar la actividades de un individuo o un grupo. Por convertir el porcentaje de actividad observada en horas o minutos, se debe registrar también o conocerse la cantidad total de tiempo trabajado.

El muestreo de trabajo, sin embargo, se utiliza para gran número de otros propósitos. Algunos de los más comunes son los de trabajo.

Para evaluar el tiempo de productividad e improductividad como una ayuda para establecer tolerancias.

Para determinar el contenido del trabajo.

Para ayudar a gerentes y los trabajadores a hacer mejor uso de sus tiempos.

Para estimar las necesidades gerenciales, necesidades de equipo o el costo de varias actividades” (OIT, 1996).

2.16 Organigrama

El organigrama constituye la expresión de la estructura de una organización, poniendo de manifiesto el acoplamiento entre las diversas partes componentes. La entidad Cobicondor como cualquier otra empresa a nivel regional cuenta con una estructura jerárquica respecto a la posición de cada funcionario.

Es una representación de la división de funciones, los niveles jerárquicos, las líneas de autoridad y responsabilidad, los canales formales de la comunicación, la naturaleza lineal o asesoramiento del departamento, los jefes de cada grupo de empleados, trabajadores, entre otros; y las relaciones que existen entre los diversos puestos de la empresa en cada departamento o sección de la misma. Los autores Benjamin y Finkowski (1999) nos ofrecen una explicación del tema sumamente clara:

Todas las organizaciones, independientemente de su naturaleza y/o campo de trabajo, requieren de un marco de actuación para funcionar. Este marco lo constituye la estructura orgánica, que no es sino una división ordenada y sistemática de sus unidades de trabajo atendiendo al objeto de su creación.

Su representación gráfica se conoce como organigrama, que es el método más sencillo para expresar la estructura, jerarquía e interrelación de los órganos que la componen en términos concretos y accesibles.

Concepto: Un organigrama es la representación gráfica de la estructura orgánica de una institución o de una de sus áreas o unidades administrativas, en la que se muestran las relaciones que guardan entre sí los órganos que la componen (pág. 65).

El organigrama en el caso nuestro nos permitirá ver la jerarquía real de la entidad.

2.17 Pareto

“El diagrama Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente

valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causa y en la solución de las mismas...” (Stachú, 2009).

2.18 Sistemas de Manufactura

“La expresión sistemas de manufactura se refiere a las formas de organizar las personas y los equipos de modo que la producción se lleve a cabo con más eficiencia.” (Groover, 2007).

2.19 Tamaño de Muestra

El tamaño de muestra hace referencia al número de elementos que se toman en cuenta al extraer una muestra de una población. Esto permite obtener un parámetro con un nivel de confianza al que se quiera adentrar. Torres Mariela nos comparte la siguiente fórmula para el cálculo de tal en su estudio sobre el tema:

$$n_0 = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

n_0 = En este caso representa el tamaño de muestra que estamos buscando.

Z = Nivel de confianza

Q = Probabilidad de fracaso

e = Margen de error

La fórmula antes presentada procede al siguiente ajuste con el que toma en cuenta el tamaño de la población.

$$n' = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 - 1)}{N}}$$

N = Población

2.20 Tiempos estándar

“El tiempo requerido por un operario promedio, calificado y trabajado a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar la operación se llama tiempo estándar (TS) de esa operación. Ningún operador de máquina puede sostener un paso promedio todos los minutos del día de trabajo, por lo tanto el tiempo estándar se ajusta con algo llamados suplementos que aproximan este tiempo a la realidad. Por lo común los suplementos se dan en porcentaje o fracción de tiempo normal y se utiliza como un multiplicador igual a 1 más suplemento.

El tiempo estándar se calcula de la siguiente fórmula:

$$TS = TN + TN * Suplemento = TN * (1 + suplemento)$$

Nota:

TN = Tiempo Normal

TS = Tiempo estándar

Los tiempos estándar por cada elemento se suman para obtener el tiempo estándar de trabajo completo, estos tiempos se estandarizan en la planta para la fabricación de cualquier producto” (OIT, 1996).

2.21 Visión

La visión es un concepto que la empresa desarrolla para dar una fijación a las aspiraciones o metas futuras. Es de importancia que se entienda este concepto, y además conocer la visión que tiene actualmente Cobicondor ya que este nos revela el plan que tiene proyectada la entidad a futuro. Charles Hill nos ejemplifica con suma claridad lo que sería una visión para una entidad empresarial:

La visión de una compañía expone cierto estado futuro deseado; expresa, con frecuencia grandes rasgos, lo que la compañía trata de alcanzar. Nokia, el fabricante de teléfonos móviles (inalámbricos) más grande del mundo, opera con una visión muy sencilla aunque poderosa: “Si puede ser móvil, ¡lo será!”. Esta visión implica que no solo la telefonía de voz será móvil (ya lo es), sino que será el sistema principal de otros

servicios basados en datos, como procesamientos de imágenes y navegación en internet. Esta visión ha llevado a Nokia a desarrollar aparatos telefónicos móviles con multimedia que no solo se pueden usar para la comunicación de voz, sino también para tomar fotografías, navegar en internet, participar en juegos y manipular la información personal y corporativa (Hill, 2009, p. 14).

2.22 Valores organizacionales

Las empresas deben alcanzar sus metas por medio de acciones regidas por valores los cuales estarán enlazados con su misión y visión. El autor Charles Hill (2009) expresa respecto a este tema con suma claridad:

Los valores de una compañía establecen la forma en que los administradores y empleados deben conducirse, cómo deben hacer negocios y el tipo de organización que deben construir a fin de ayudar a que la compañía logre su misión. En la medida en que ayuden a impulsar y dar forma al comportamiento dentro de la empresa, los valores se consideran la base de la cultura organizacional de una compañía: el conjunto de valores, normas, estándares que controlan la forma en que los empleados trabajan para alcanzar la misión y metas de una organización. Normalmente, la cultura de una organización se considera una fuente importante de su ventaja competitiva, por ejemplo, Nucor Steel es una de las acerías más productivas y rentables del mundo. Su ventaja competitiva se basa de manera parcial en la productividad sumamente elevada de su fuerza laboral, la cual afirma la compañía es el resultado directo de sus valores culturales, los cuales a su vez, determinan el trato de sus empleados (pág.14).

2.23 5S

Las 5s es una herramienta de origen japonés que busca el mantenimiento integral de los procesos. Dentro de su filosofía se componen cinco etapas que permiten reorganizar, facilitar y limpiar el área de trabajo para llegar a obtener un ambiente más

simple y que por su naturaleza promueva la eficiencia. “La implementación de las 5S sigue un proceso establecido de 5 pasos, cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de los factores humanos... eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y disciplina” (Carreras, 2009).

Seiri – Organización: Inicia con la organización, es decir, retirar todo lo que no se utiliza en las áreas de trabajo,

Seiton – Orden: El orden implica tener un lugar bien identificado para cada cosa, para lo cual pueden usarse siluetas, cuadros, colores, etiquetas, etcétera.

Seiso – Limpieza: La limpieza significa mantener nítidas las áreas de trabajo, por lo que se deben proporcionar los accesorios adecuados para ello.

Seiketsu – Estandarización: La estandarización implica desarrollar procedimientos para asegurar el mantenimiento del orden y la limpieza.

Shitsuke – Disciplina: Se refiere a crear su hábito, más que por procedimiento, por costumbre.

3 CAPÍTULO III: Marco Situacional

3.1 Generalidades de mercado

El ciclismo, acompañado con muchos otros deportes, despierta pasión, mueve personas aficionadas y llama la atención de los medios de comunicación con gran fuerza. ¿Qué es lo que hay detrás del deporte en términos empresariales? Junto con el creciente interés de entidades que buscan beneficiarse, el deporte se ha convertido en uno de los sectores de mayor trascendencia histórica y de alto crecimiento.

Es tanto el auge que, desde el punto de vista social, se ve el deporte como una herramienta para sobresaltar valores como lo es el trabajo en equipo, la tolerancia y la realización personal, pero ¿cómo se ve desde el punto de vista económico? Enfocándonos en los temas empresariales y económicos, se puede decir que se da mucho protagonismo de parte de fabricantes, la industria manufacturera, los servicios, entre otros. Entre la gama de entidades están aquellas involucradas en la construcción de instalaciones (estadios, canchas, centros de rehabilitación, polideportivo, gimnasios, etc.), mantenimiento (de las instalaciones) las entidades enfocada a la salud y nutrición del atleta, los medios de comunicación, consultores, patrocinadores, organizadores de eventos o también los fabricantes de maquinaria e instrumentos (como lo es Cobicondor en el país).

3.2 Situación del sector económico de la empresa

En el territorio costarricense se cuenta con una gran diversidad de sectores económicos, dentro de estos son agrupadas las empresas de acuerdo con la actividad o servicio realizado. Se puede afirmar que Cobicondor está situado en un sector económico de alto auge en el mundo cotidiano. Es el sector económico industrial enfocado en la fabricación de herramientas para el sector deportivo del país. Este está siendo impulsado por el alto interés de la población que busca tanto satisfacción personal como bienestar físico y salud.

3.3 Misión

“Ser una empresa emprendedora dentro de la industria del ciclismo a nivel nacional que busca elaborar productos de calidad que satisfacen los gustos de los costarricenses a través de valores y el esfuerzo de nuestros empleados.”

3.4 Visión

“Liderar como empresa en el territorio nacional para poder seguir ofreciendo productos de alta calidad que nos permitan permanecer siempre en el mercado y extender el alcance de nuestras operaciones en todo el país.”

3.5 Valores

Los valores que Cobicondor presenta son los siguientes: Calidad, Liderazgo, Puntualidad, Respeto, Responsabilidad, Trabajo en equipo, Solidaridad,

Se puede apreciar que se cuenta con valores relacionados a la parte operativa (como lo son el Trabajo en equipo, Responsabilidad, Puntualidad, Calidad), así como otros que refuerzan la relaciones del personal (Trabajo en equipo, Solidaridad, Respeto, Liderazgo). Los valores son de alta importancia ya que definen la cultura con que trabaja la entidad. Cobicondor espera lograr mantener y alcanzar su misión y visión junto con el seguimiento de estos valores.

3.6 Actividad Principal

La actividad principal de Cobicondor es la producción y venta de diversos tipos de bicicletas. Entre los productos que comercializa se encuentran los siguientes:

- a. Bicicletas BMX
 - i. Versión Femenina y Masculina
 - 1. Niños
 - 2. Jóvenes
 - 3. Adultos
- b. Bicicletas de Montaña

i. Versión Femenina y Masculina

1. Niños
2. Jóvenes
3. Adultos

c. Bicicletas Playeras

i. Versión Femenina y Masculina

1. Niños
2. Jóvenes
3. Adultos

3.7 Producción Mensual

Se estima que la producción mensual de la empresa es de 270 bicicletas diarias en una jornada de 8 horas, trabajando 5 días a la semana. Esto resulta en 5400 bicicletas al mes.

3.8 Organigrama

A continuación se presenta una figura que representa la jerarquía operacional sobre el área de la empresa donde se elaborará el trabajo presente.

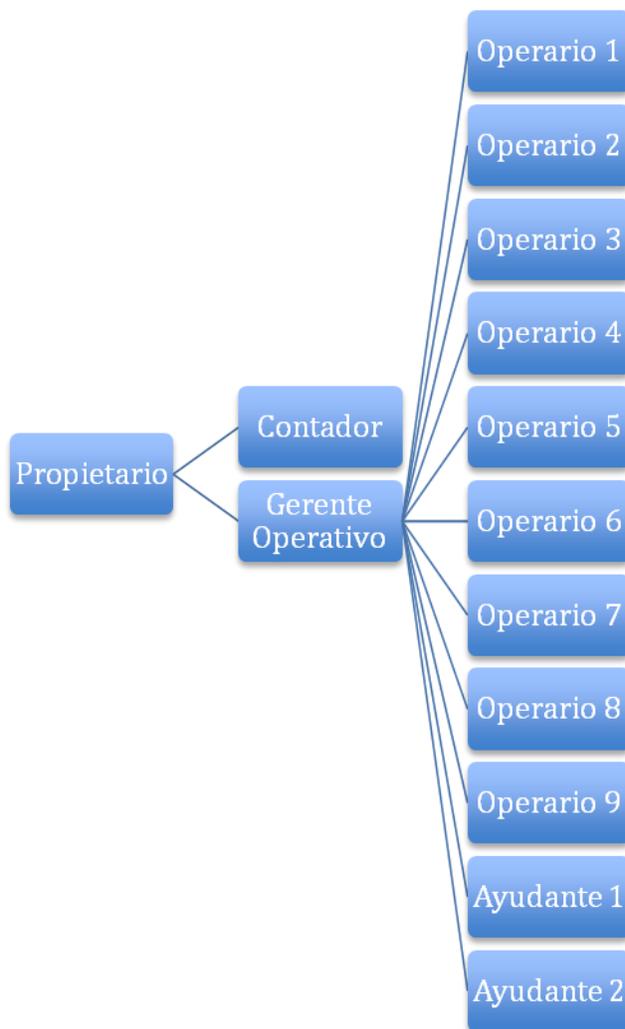


Figura 1 Organigrama

Fuente: Elaborado por el investigador con base en información proporcionada por la empresa

3.9 Principales clientes y proveedores

Entre los principales clientes de Cobicondor se encuentran otras entidades como lo son Cemaco, Juguetón, Gollo y muchísimos centros de bicicletas (ciclos) ubicados en todo el terreno Costarricense. La entidad en la que se elaborará el proyecto presente lleva aproximadamente tres décadas de estar en funcionamiento y sus clientes se han ido sumando debido al buen servicio y las relaciones de mutuo respeto que se han generado al pasar del tiempo. Respecto a los proveedores, la empresa anteriormente fabricaba muchas de las bicicletas que distribuye al país, sin embargo con el creciente mercado y

demanda se decidió que le favorecía más importar bicicletas previamente fabricadas desde China y ensamblarlas dentro de terreno costarricense para después distribuirlas a los habitantes.

4 Capítulo IV: Marco Metodológico

4.1 Tipo de investigación

Por el tipo de investigación, el proyecto presente será de enfoque cuantitativo. Es decir, que el proyecto tomará un orden secuencial, lo cual significa que se seguirá una serie de pasos que están por delimitarse. Se investigarán planteamientos específicos y delimitados. La recolección de los datos será por medio de la medición y el análisis.

El trabajo presente es gestionado a partir de una visita que se le hizo a la entidad donde se logró conocer la situación actual junto con los retos actuales a los que se enfrenta Cobicondor.

4.2 Alcance de la investigación

El estudio tendrá un enfoque el cual describe una condición, un fenómeno, una situación dentro del contexto que presenta la entidad estudiada. Se va a especificar con detalle el perfil y las características de los procesos y elementos que serán sometidos a análisis. Por las características recién mencionadas, el alcance de investigación presente es de naturaleza descriptiva.

4.3 Fuentes de información

En este apartado se presentan fuentes consultadas, para el desarrollo del estudio presente.

4.3.1 Primarias

Al dar inicio con la investigación, una fuente primordial y de alto valor para el desarrollo del trabajo presente es el interés y conocimiento transmitido por el gerente de operaciones de la planta productiva de Cobicondor S.A. Él permite hacer un recorrido de la planta como tal, nos permite tener un acercamiento a la cultura laboral con la que se opera y nos da a entender qué expectativas tiene la empresa para el desarrollo de esta en su mercado respectivo.

4.3.2 Secundarias

El apoyo de libros de texto, los cuales fueron estudiados a lo largo de la carrera profesional, ha sido y seguirá siendo de vital ventaja, ya que refresca y ordena el conocimiento necesario para una correcta implementación ingenieril. Entre estos se pueden resaltar las obras Manual del Ingeniero Industrial e Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo, por William Hudson y Niebel respectivamente.

4.4 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Este apartado describirá técnicas e instrumentos utilizados para la investigación.

Observación

Técnica que permite recolectar información de la realidad por medio de la percepción intencionada y selectiva de un comportamiento, fenómeno u objeto establecido. Al tener un objeto establecido se ven las conductas que este manifiesta para así registrarlas y proceder un análisis.

En la entidad se permitió hacer un recorrido de la planta productiva como tal, donde se tuvo como objeto de estudio las tareas realizadas por los individuos y los factores que puedan comprometer el rendimiento de estas.

Entrevista

Es una práctica que permite al investigador recolectar información a nivel personal. Esta se puede realizar por medio de correos, en persona o teléfonos, entre otros. Se tiende a realizar a individuos que manejen información valiosa sea por renombre, conocimiento o puesto al que pertenezcan.

En los inicios de esta investigación se tuvo la oportunidad de entrevistar al dueño de la empresa, lo cual llevó eventualmente a entrevistar al gerente de operaciones. Estas entrevistas han sido de vital importancia ya que dieron un punto de partida y abren la posibilidad a futuras investigaciones.

4.5 Cuadro de Instrumentalización de Variables

El cuadro de instrumentalización de variables permite desglosar cada uno de los objetivos específicos y definir junto a estos qué variables se tomarán en consideración junto con las herramientas a utilizar.

Tabla 1 Cuadro de Variables

Objetivos	Variable	Definición	Indicadores	Instrumentos
Determinar las actividades que no agregan valor al proceso (mudas y desperdicios) actual de ensamblado de bicicletas.	Planta productiva y sus estaciones respectivas.	Consiste en observar el método utilizado actualmente por los operarios de planta y determinar cuáles actividades están generando desperdicios al proceso.	7 Mudos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio de métodos 2. Estudio de movimientos
Priorizar las actividades identificadas por medio del análisis de Pareto.	Planta productiva y sus estaciones respectivas.	Consiste en medir las incidencias observadas y priorizar las actividades que mayor desperdicio ofrezcan al proceso.	Pareto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diagrama causa-efecto 2. Pareto
Estimar los tiempos estándar del proceso actual de ensamblado de bicicletas.	Estaciones de ensamble	Consiste en un múltiples observaciones y mediciones al proceso actual de ensamblado de bicicletas con el fin de poder determinar tiempos estándar.	Tiempo Estándar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Toma de Tiempos de Ensamble 2. Toma de tiempos de transporte

Determinar la capacidad instalada con la que cuenta actualmente la planta productiva para compararla con la meta establecida por la gerencia.	Estaciones de ensamble	Consiste en observar el método utilizado por los operarios de planta y determinar cuál es la capacidad con la que se está trabajando actualmente.	Muestreo	Muestreo
Determinar si la distribución actual de la planta incide en el flujo y la capacidad del proceso de producción.	Distribución de planta.	Consiste en un análisis de la distribución actual de las estaciones operativas y evaluar si realmente es una posición óptima, buscando reducir transportes innecesarios y evitando retrocesos.	Distancia recorrida Tiempo Recorrido	Mapeo de la planta Medición de distancias.
Rediseñar los procesos actuales eliminando o disminuyendo los desperdicios identificados.	Planta productiva y sus estaciones respectivas.	Consiste en analizar las observaciones obtenidas y enfocar los esfuerzos a la reducción de desperdicios delimitados.	Tiempos de ensamble Distancias Recorridas Tiempo de Transporte	Bimanuales Tiempos Estándar Distancias Recorridas Medición de transportes
Realizar una evaluación económica de las propuestas de rediseño.	Factibilidad económica.	Consiste en la confección de un estudio que muestre el beneficio que se obtiene al implementar las propuestas contra los costos que estos representan.	Costos - Beneficio	Análisis costo beneficio

4.6 Programa de Actividades

Tabla 2: Programa de Actividades

Tarea	Actividad	Día de Inicio	Duración	Día de Finalización
1	Caracterizar el proceso de manufactura del departamento productivo en Cobicondor	9/1/17	14	9/15/17
2	Evaluar la gestión de producción del departamento de Cobicondor (Recolección de datos)	9/16/17	5	9/21/17
3	Evaluar la gestión de producción del departamento de Cobicondor	9/22/17	6	9/28/17
4	Confección de diagrama de flujos	9/29/17	5	10/4/17
5	Análisis de datos	10/5/17	4	10/9/17
6	Propuesta de distribución de planta	10/10/17	6	10/16/17
7	Propuesta de bimanuales por estación	10/17/17	16	11/2/17
8	Presentación de nuevo diagrama de flujo	11/3/17	5	11/8/17
9	Nueva toma de tiempos	11/9/17	9	11/18/17

Fuente: Elaborado por el investigador.

4.7 Diagramas Gantt

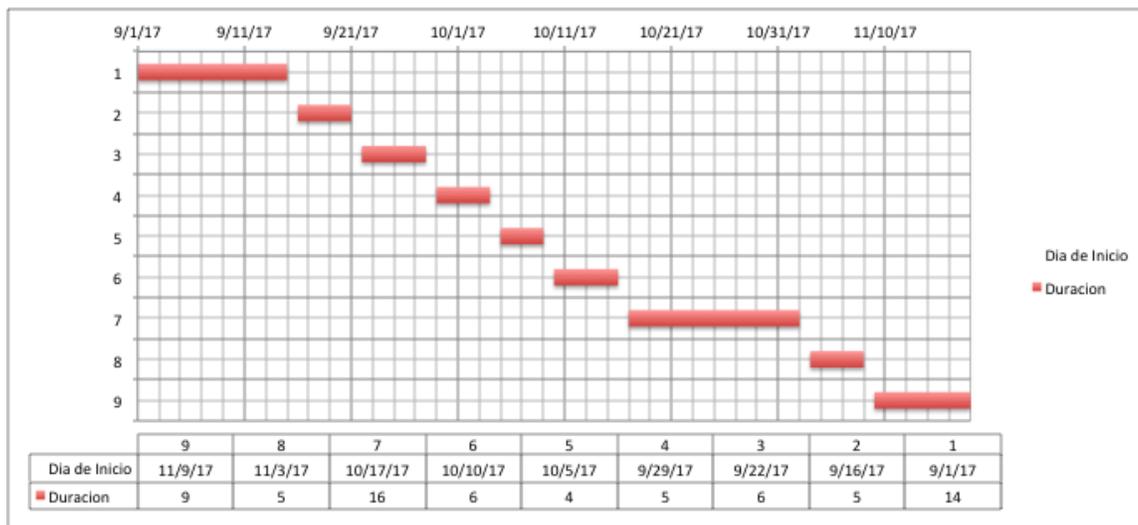


Figura 2: Gantt

Fuente: Elaborado por el investigador.

5 Capítulo V Análisis de la Situación Actual

5.1 Determinar las actividades que no generan valor al proceso

Con el fin de dar inicio a la investigación es necesario ejecutar un diagnóstico de la situación actual donde se identifiquen las mudas o desperdicios que comprometen la productividad de la empresa. Dentro de los objetivos específicos planteados, se desea determinar dichas actividades que no generan valor al proceso actual de ensamble de bicicletas.

5.1.1 Análisis Causa y Efecto

Por medio de la observación permitida al estar visitando la planta productiva junto con observaciones del gerente de operaciones se toma en cuenta incidencias que podrían llegar a ocurrir durante la producción y que perjudiquen el proceso productivo. Tales incidencias se pueden ver en el siguiente diagrama de espina de pescado.

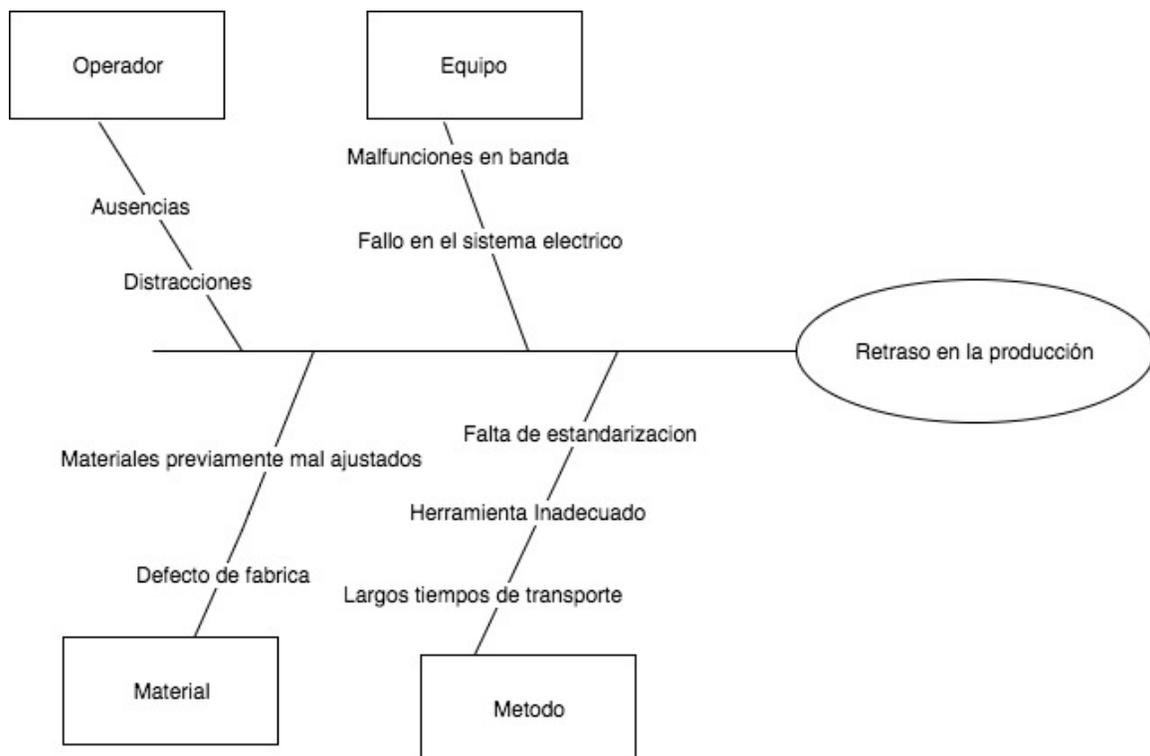


Figura 3 Diagrama causa y efecto

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Al considerar los puntos anteriores, se decidió tomar apuntes para determinar qué incidencias realmente están ocurriendo en el proceso y con qué frecuencia. El comportamiento de tales se aprecia en la tabla número tres.

Tabla 3 Tabulación de incidencias

Causas	Incidencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia %	Frecuencia Relativa Acumulada %
Transportes largos	35	35	32%	32%
Paros en producción	27	62	24%	56%
Falta de estandarización	22	84	20%	76%
Distracción al hacer su labor	15	99	14%	89%
Cambio en funciones	9	108	8%	97%
Ausencias	3	111	3%	100%
Malfunciones en la banda	0	111	0%	100%
Herramienta inadecuada	0	111	0%	100%
Total	111		100%	

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa.

Los transportes largos hace referencia a los tiempos necesarios que se toman para abastecer a las estaciones de materiales para trabajar. Se requiere de ayudantes que se encargan de abastecer a las estaciones para que estas cuenten con los materiales necesarios para poder dar inicio a las actividades de ensamble.

Los paros en la producción se refieren meramente a los paros de la línea de ensamble, lo cual es un problema que se notó al visitar la planta y tomar apuntes del comportamiento cotidiano de tal. Se da el caso de que un operario en línea no puede continuar su labor debido a que le hacen falta las partes para seguir ensamblando el marco. El operario hace un llamado a los ayudantes, quienes se percatan de la ausencia del material necesario e inician la búsqueda de tal para permitir que la estación pueda seguir funcionando de forma normal. Durante el transcurso de descubrir cuál material hace falta, la búsqueda de tal y reabastecer la estación, se pierde tiempo y la banda sufre un paro. Es importante recalcar que en el momento en que acontece lo antes descrito los ayudantes frecuentemente se encuentran realizando otras labores, como el transporte de otros artículos, lo cual atrasa el reabastecimiento de las estaciones.

La falta de estandarización hace mención a que el operario con frecuencia realiza su tarea de forma distinta a lo usual. Es decir, que en un ensamble de manivela no

siempre se respeta una secuencia predominante de acciones para terminar su función. Al consultar si se tiene un manual donde esté documentado el método correcto para la realización de las actividades, la empresa respondió que no cuentan con este.

La distracción al hacer su labor se refiere a las veces en que el operario se detiene de su labor ya que es distraído por su entorno. Esto puede ser a causa de comentarios de sus compañeros de trabajo o de alguna otra incidencia que lo haga perder enfoque sobre el ensamble en el que este debería estar trabajando.

El inciso de cambio de funciones es una actividad que se encontró con frecuencia durante la observación de métodos y toma de tiempos. Esto se refiere a que los operarios deciden intercambiar funciones entre ellos para distraerse de la monotonía de su labor. Este es un factor que perjudica a la empresa, ya que los funcionarios desarrollan cierta habilidad por la función en la que se enfocan principalmente, por lo que su rendimiento no será el mismo al cambiar a otra actividad donde no tengan la misma experiencia.

5.1.2 Análisis causa y efecto de segundo nivel

Debido a que la causa con mayor incidencia es la de largos tiempos de transporte, se procede a realizar un diagrama causa y efecto de segundo nivel con la intención de entender con mayor claridad las razones por las que esto ocurre.

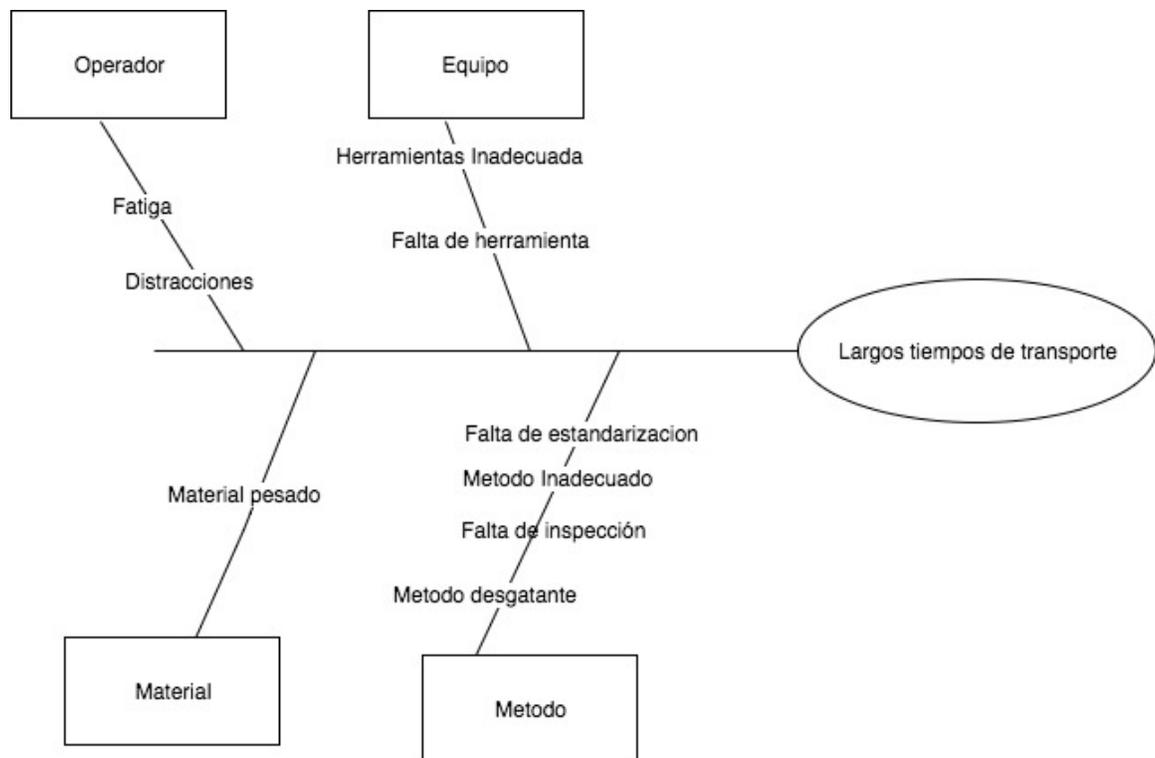


Figura 4 Diagrama causa y efecto segundo nivel

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

En el punto en el que se menciona al operador, se toma en cuenta fatiga y distracciones al realizar la labor. La fatiga es notable al ver los operarios transportando el material, lo que apunta a que el método en el que se hacen los transportes no es el adecuado. Las distracciones al hacer su labor se deben a factores como otros operarios iniciando conversaciones, sin embargo no es un caso que se notara con alta frecuencia. En este punto también es importante destacar que un operario con fatiga se distrae con mayor facilidad.

Las causas asociadas al material se relacionan con la labor de los operarios que abastecen las estaciones con los materiales necesarios, tratan con piezas de bicicletas como lo son los marcos, asientos manivelas o guardabarros, entre otros. Estos son materiales de un peso considerable y son cargados de forma manual por los operarios.

El inciso del equipo con el que se emplea la tarea de *ajustar materiales* es de gran relevancia, debido a que no se utiliza equipo del todo. Los operarios son los encargados

de mover llantas, aros, tornillos, manivelas, marcos y el resto de materiales con la única ayuda de su cuerpo físico. Esto hace que las tareas de transportar los materiales sean sumamente tediosas y largas, lo que puede reducir la calidad del resultado que se obtiene a la hora de abastecer la estaciones adecuadamente.

En lo relacionado al método en que se realiza la tarea, se observó de que no hay inspecciones donde se revise que las cajas de donde se extraen los materiales queden completamente vacías, lo cual facilita la pérdida de una pieza o la necesidad de rebuscar. La falta de estandarización hace mención a que la información sobre las cantidades exactas a distribuir no son conocidas por el transportista. Además se hace evidente que el método utilizado es desgastante e inadecuado, ya que no se utiliza un equipo que facilite la tarea, como los son racks con rodines o estantes con rodines.

Cada uno de los puntos mencionados anteriormente son relevantes, sin embargo que el material sea pesado junto con la fatiga que este ocasiona son evitables corrigiendo el método de trabajo. Esto es alcanzable con la ayuda de un equipo que facilite el transporte de los materiales. Al contar con un equipo que facilite la tarea, el operario puede enfocarse con mayor facilidad en abastecer correctamente las estaciones y no dedicar la mayoría de su esfuerzo plenamente al transporte de estos materiales. Es una solución que además reduciría en gran parte el tiempo que toma realizar estas tareas.

5.1.3 Análisis Diagrama Pareto

El diagrama Pareto nos ilustra de manera simple los datos ordenados de la tabla 3. De esta forma, se pueden determinar los puntos donde se encuentran concentrados la mayor cantidad de desperdicios, y permite enfocar el estudio y esfuerzos en las áreas donde se genere el mayor impacto posible.

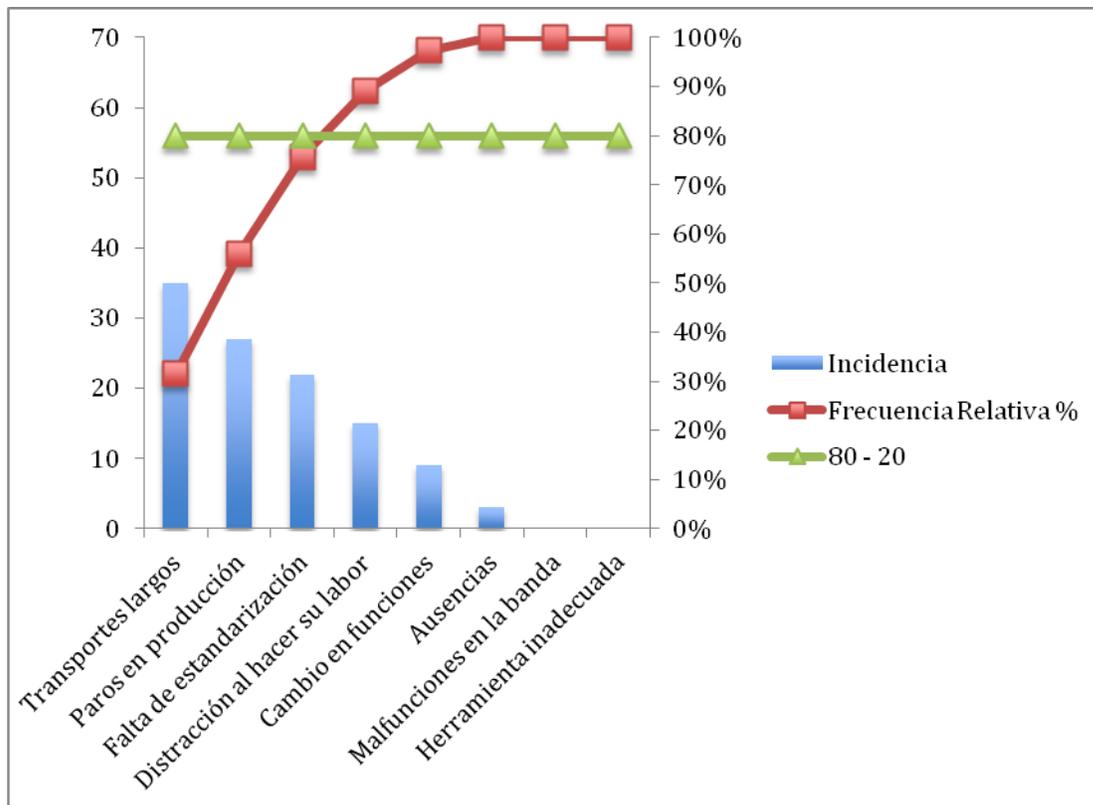


Figura 5 Diagrama Pareto

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

El diagrama muestra los puntos por enfocarse con el fin de reducir los desperdicios en el proceso productivo. Es importante entonces determinar las causas de largos tiempos de transporte junto con las causas de paros que se dan en la línea de ensamble y lograr la estandarización dentro de las labores.

5.2 Análisis de tiempo del proceso actual

Dentro de los objetivos específicos del estudio se pretende estimar los tiempos estándares del proceso actual, además se requiere analizar la capacidad a la que actualmente opera la planta; para ello se realizó un mapeo del proceso general de la organización, identificando en un primer nivel las entradas, procesos y salidas junto a los proveedores y clientes que tiene la empresa Cobicondor. En la tabla 4 se describen los puntos mencionados.

Tabla 4 Sipoc

Proveedores	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
A. China	A. Materia Prima	A. Orden de materiales a proveedor	A. Bicicleta de Montaña tamaño 26	A. Ciclos en la región costarricense
	B. Aros	B. Recepción de materia prima en Limón	B. Bicicleta Playera tamaño 26	B. Jugueterías en la región costarricense
	C. Llantas	C. Transporte a empresa		C. Centros deportivos en la región costarricense
	D. Neumáticos	D. Descargar materia prima en Instalación		
	E. Marcos	E. Proceso de almacenamiento en bodega		
	F. Guardabarros	F. Distribución de materiales a estaciones de trabajo		
	G. Manivelas	G. Ensamble de ruedas		
	H. Asientos	H. Ensamble de marcos		
		I. Ensamble de manivelas		
		J. Ensamble de bicicleta		
		K. Ensamble de asientos		
		L. Almacenamiento de producto terminado en bodega		
		M. Distribución a centros de venta		

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.1 Mapeo de proceso general

El siguiente diagrama permite ilustrar las fases principales que toma la empresa para poder fabricar el producto. Se toma en cuenta la solicitud de materiales al proveedor, el proceso productivo y finalmente la distribución a puntos de venta.

En un inicio se tiene la fase de obtención de materiales, donde la empresa a raíz de los análisis de demanda que ha realizado gracias a su historial de ventas, solicita a sus proveedores en China una cantidad de bicicletas. Estas bicicletas son enviadas por los proveedores en cajas, pero vienen sin ensamblar. Una vez que el embarque llega al país estas son recibidas por la empresa, la cual las hace transportar a Barreal de Heredia donde se dará el proceso de transformación.

La fase de transformación de materia prima hace referencia a las acciones que se toman una vez que las bicicletas sin ensamblar llegan a las instalaciones de Cobicondor. Estas son recibidas y almacenadas en la bodega de la empresa. El proceso de transformación o ensamble se inicia con la distribución de los materiales a las estaciones de trabajo de la empresa. Una vez que las estaciones cuentan con las partes necesarias los operarios son capaces de iniciar el ensamble. Al terminar el ensamble, el producto final es una bicicleta, que procede a ser almacenada para luego ser distribuida a distintos puntos de venta en la región costarricense.

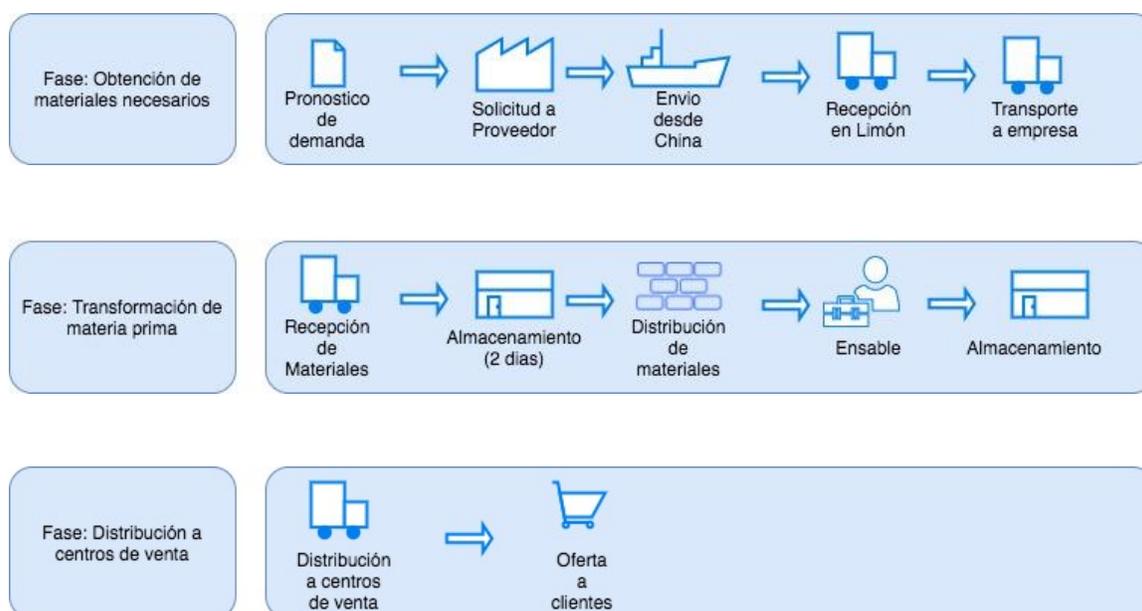


Figura 6: Fases principales

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Con el fin de darle al lector una imagen de la planta en donde se está desarrollando el presente estudio, en Figura 8 se muestra la empresa Cobicondor en Barreal de Heredia, con su parqueo respectivo, donde se recibe la materia prima. Además se puede apreciar la ubicación de las secciones principales de esta instalación, las cuales son la tienda, bodega y planta.

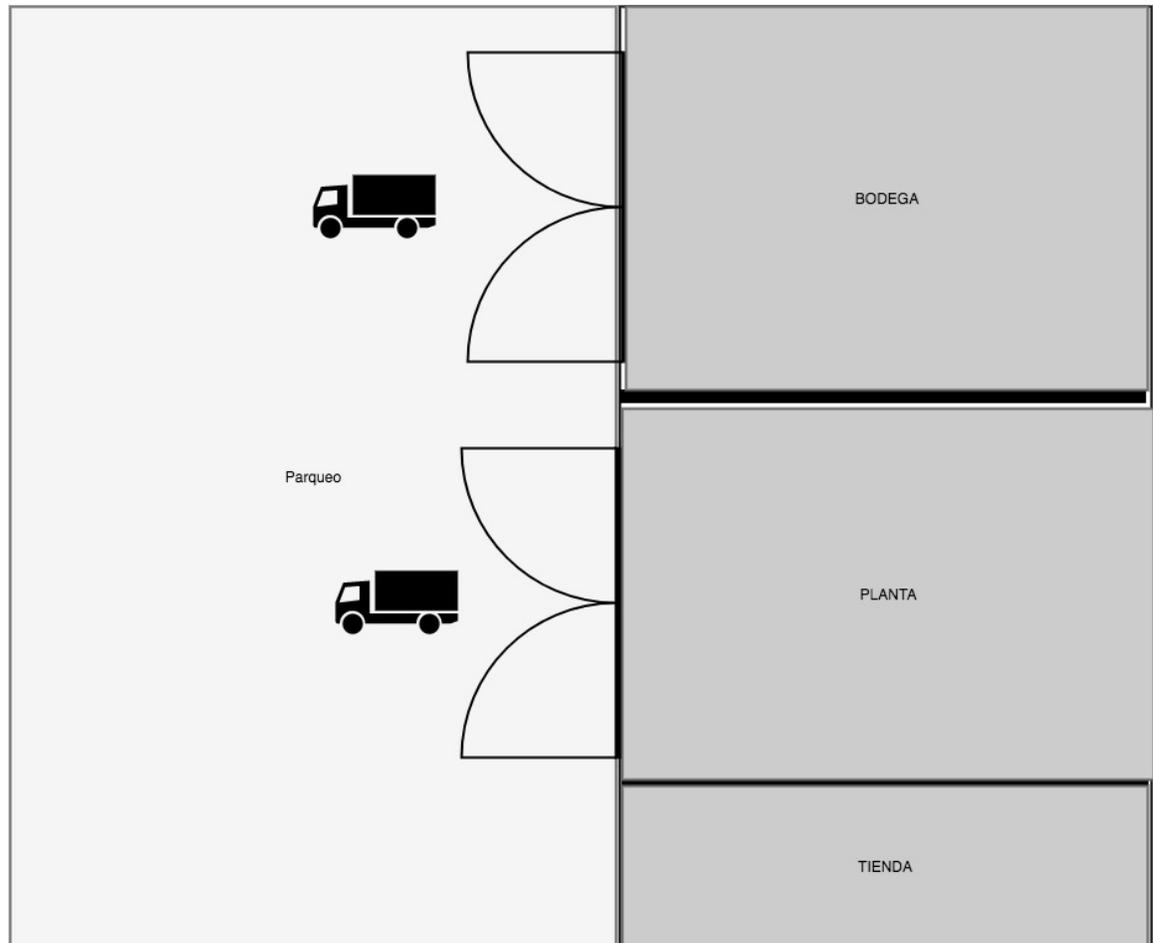


Figura 7 Mapeo de empresa

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

El mapeo de la planta permite apreciar las instalaciones y su ubicación con respecto del resto. La figura incluye una leyenda, la cual facilita su interpretación ya que

describe los símbolos encontrados en la imagen. Esta imagen facilitará el entendimiento de las actividades realizadas y su relación con el resto de las estaciones.

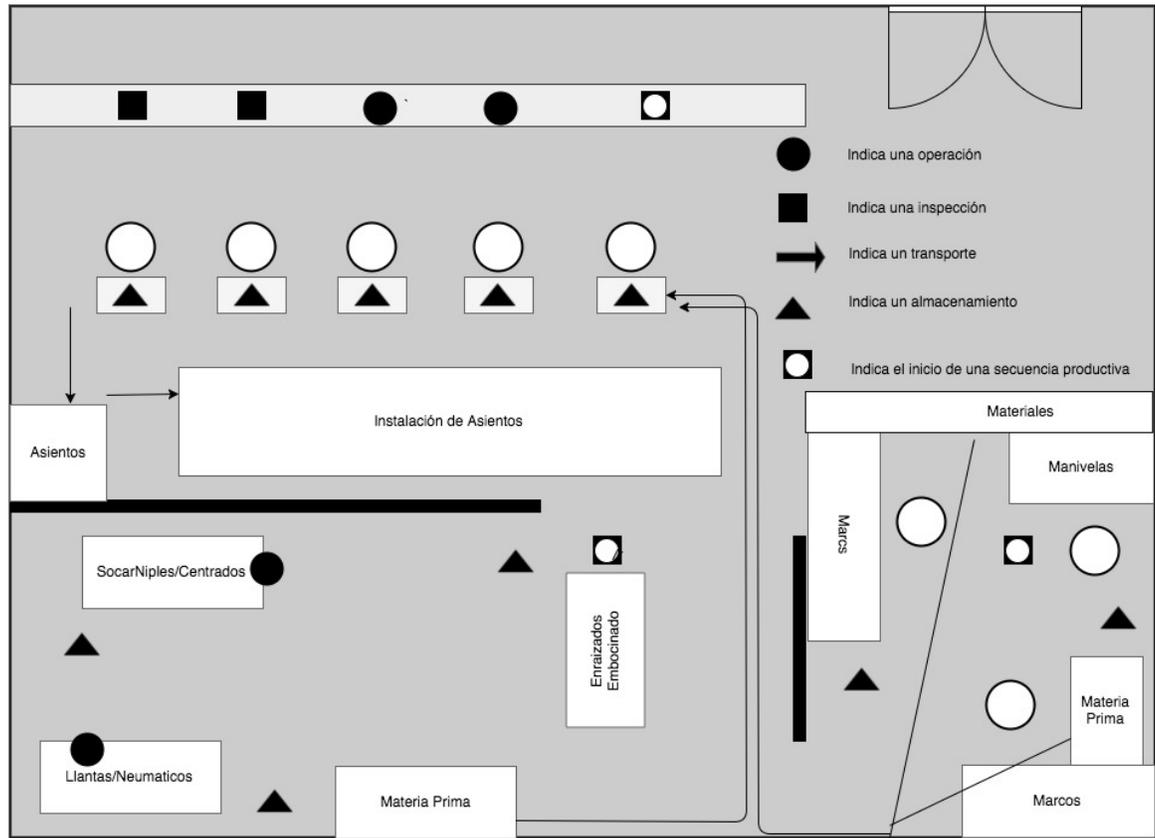


Figura 8 Mapeo de Planta

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.2 Proceso Productivo

Se dará una descripción de cada una de las actividades de la planta productiva junto con una toma de tiempos para estas. El departamento productivo cuenta con diversos sectores principales, los cuales son preparación de aros y llantas, preparación de marcos, preparación de manivelas, línea de ensamble e instalación de asientos. Se realizó un toma de tiempos de los procesos antes descritos, estos son apreciables en la sección de anexos.

5.2.3 Preparación de Aros y Llantas

La preparación de ruedas es un proceso esencial, el cual en este caso es el mismo para ambas bicicletas, tanto playeras como de montaña.

El proceso inicial del ensamble de bicicletas inicia en la preparación de los aros que llevarán estas. Los siguientes procesos se desglosan con mayor detalle el desarrollo del ensamble.

- a) Embocinado: El proceso de embocinado consta de la unión manual de una bocina con un rodeo. Esta permitirá sostener los radios con el aro de las bicicletas.
- b) Unión de aros con radio: Una vez que la bocina se une con el rodeo a este se le ajustan los radios, los cuales son delgados tubos de metal cuya longitud es la adecuada para ir desde la bocina al perímetro de los aros.
- c) Socar Niples: Posterior a que cada radio esté debidamente colocado en el aro, estos son ajustados por medios de un ajuste de niples. Los niples son similares a un tornillo común cuya función es mantener los radios firmes para así evitar mal funciones y prevenir riesgos.
- d) Centrados: Una vez que las etapas anteriores se hayan realizado, el aro está terminado. Sin embargo al rotar este, la rotación no será perfecta, sino queda pandeada, y causa que la rueda que lleve este aro no será capaz de ir en una dirección recta. Con el fin de dar corrección de este, el aro se coloca en una máquina correctora, donde el operario gira el aro y al notar la imperfección la máquina endereza el aro resultante y permite una rotación perfecta. La duración de esta etapa varía según las imperfecciones que traiga el aro de fábrica o si ha sufrido alguna deformación en el traslado a planta.
- e) Neumáticos/Llanta: A cada aro que se ha centrado correctamente se le adhiere una llanta y un caucho. El proceso es manual.

El diagrama de flujo siguiente ilustra el proceso previamente descrito.

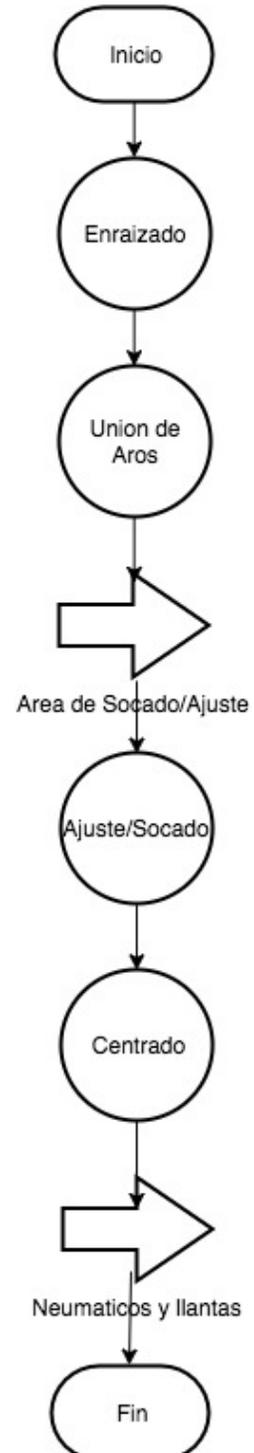


Figura 9 Diagrama de operaciones

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.4 Preparación de Marcos

- a) Añadir copas a horquillas: Se le añaden copas a la horquilla para así poder conectar este con el marco. Seguidamente se colocan las horquillas en los marcos.
- b) Ajustar horquilla: Se pone un tapón del extremo expuesto y se gira la horquilla para que esta quede ajustada al marco, finalmente se ajusta con una herramienta para evitar cualquier desprendimiento.

El diagrama de flujo siguiente ilustra el proceso previamente descrito.

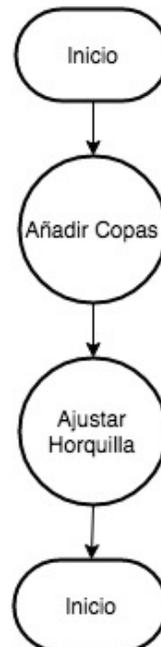


Figura 10 Diagrama de operaciones

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.5 Preparación de Manivela

- a) Obtención de tornillos: Por medio de taladro se desatornillan los tornillos que vienen con el eje central.
- b) Colocación de manivela: Se coloca la manivela sobre el eje central para luego juntarlos por medio de los tornillos previamente obtenidos.
- c) Manetas de Freno y Cambio: Una vez que el eje es atornillado correctamente con la manivela, a esta se le adjuntan las manetas de freno y cambio a cada una de sus lados.
- d) Puños: Una vez colocadas las manetas apropiadamente se procede a colocar puños junto a estas de cada lado.

- e) **Socar Manetas:** Al introducir los puños se asegura que las manetas están en su ubicación óptima, por lo cual se puede proceder a fijar estas por medio un taladro.

El diagrama de flujo ilustra el proceso previamente descrito.



Figura 11 Diagrama de operaciones

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.6 Preparación de Bicicleta Montaña

El proceso de ensamble para la bicicleta de montaña toma lugar en la banda transportadora o línea de ensamble, esta cuenta con distintas estaciones que se explican seguidamente.

5.2.6.1 Estación Primera:

La primera estación de ensamble es trabajada por un solo operario, este se encarga de realizar la operaciones descritas a continuación.

- a) Montar Bicicleta a la línea: Se monta el marco de bicicleta, lo que permite iniciar ensamble en línea.
- b) Socar Plato: Se recibe el marco en la primera estación. Se inicia socando el plato por medio de un taladro especial.
- c) Ajuntar Desviador: Superior al plato se ajunta un desviador. Este se ajunta manualmente con una herramienta, la cual soca tuercas. El desviador sirve para brindar desplazamiento de la cadena de un plato a otro.
- d) Incorporación de Manivela al Marco: Se procede a insertar en la manivela en el Marco para fijarla con ayuda de un taladro eléctrico.

5.2.6.2 Estación Segunda:

La segunda estación de ensamble es trabajada por un solo operario, este se encarga de realizar la operaciones descritas a continuación.

- a) Instalar cables: El operador instala cables que van desde la manivela a la horquilla delantera y el cuerpo del marco.
- b) Rueda delantera: Se coloca la rueda sobre la horquilla y se fija por medio de un taladro eléctrico.

5.2.6.3 Estación Tercera:

La tercera estación de ensamble es trabajada por un solo operario, este se encarga de realizar la operaciones descritas a continuación.

- a) Cadena: Se instala cadena que va desde el cambio trasero al desviador.
- b) Rueda trasera: Se coloca la rueda trasera.
- c) Instalación de Patilla. Una vez que se coloca la rueda trasera se procede a instalar la patilla. Esta se fija con ayuda de un taladro eléctrico.
- d) Cableado: Se instalan los cables que van conectados a los cambios traseros.

5.2.6.4 Estación Cuarta Calidad

La cuarta estación de ensamble es trabajada por un solo operario, este se encarga de realizar la operaciones descritas a continuación.

- a) Ajuste de Taquillos: Se hace una revisión a los taquillos de la bicicleta. Se hace por medio de un desatornillador.
- b) Inspección de Cables: Se revisa todo el cableado para asegurar que cada uno sea capaz de realizar su función. Estos se recortan para que no quede cable de exceso.
- c) Terminales de Cables: Al cableado previamente recortado se le agregan cables para evitar que estos puedan cortar o presentar algún riesgo.
- d) Ajuste de Cambios: Se hace un ajuste de cambios para asegurarse que los cambios todos funcionen adecuadamente.

5.2.6.5 Estación Quinta Calidad

La quinta estación de ensamble es trabajada por un solo operario, este se encarga de realizar las operaciones descritas a continuación.

- a) Tapones: Se ajustan tapones a los platos por medio de un pequeño martillo.
- b) Revisión de Cambio y Frenos: Se revisa nuevamente que los cambios estén funcionando adecuadamente. Se revisa que los frenos funcionen adecuadamente.
- c) Revisión de Aros: Se hace una revisión la alineación de aros para asegurar que estén en condiciones óptimas.
- d) Revisión de Manivela: Se revisa que la manivela gire adecuadamente.

El diagrama de flujo siguiente ilustra el proceso previamente descrito de la línea:

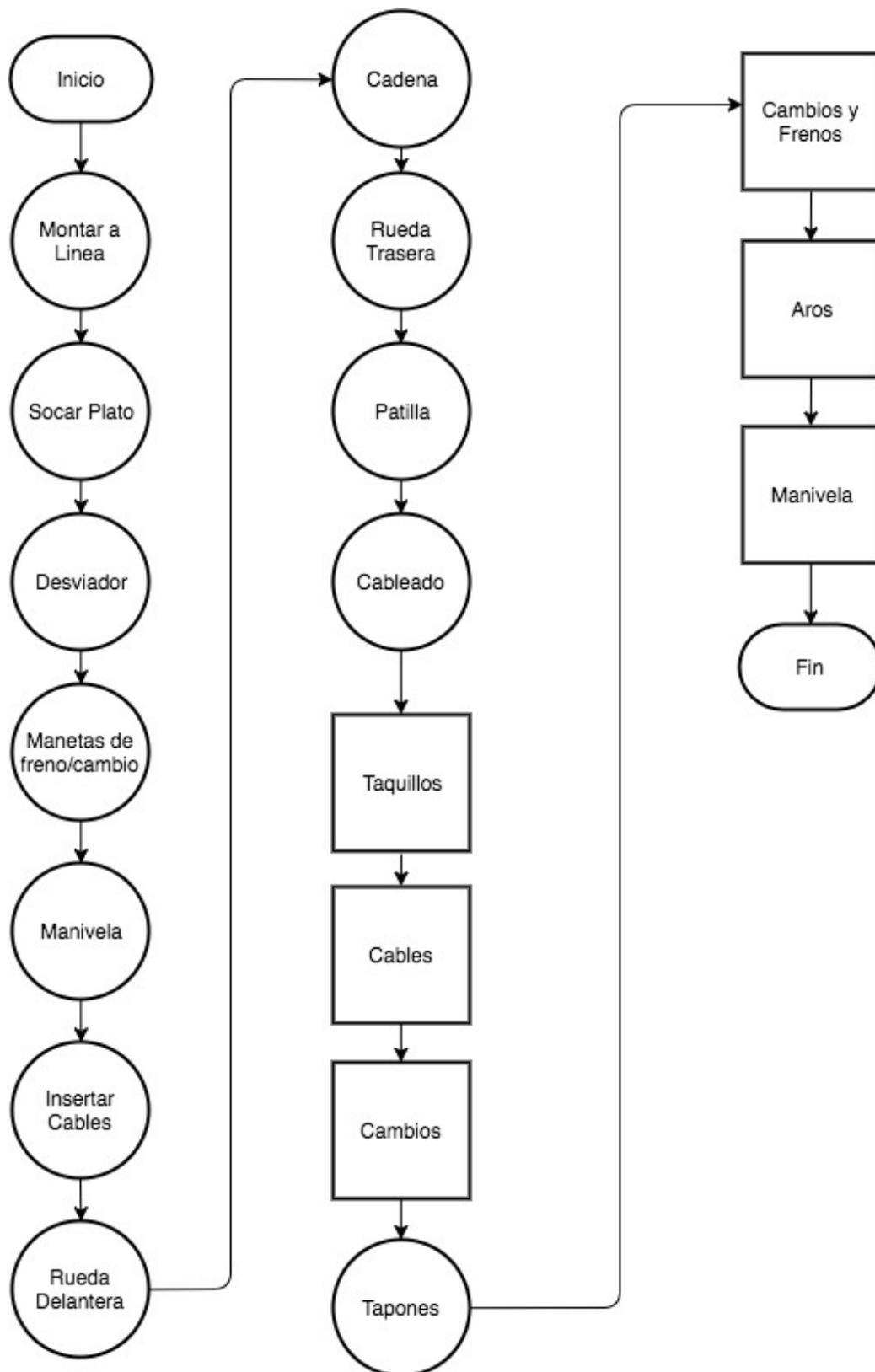


Figura 12 Diagrama de operaciones

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.7 Preparación de Bicicleta Playera:

El proceso de ensamble para la bicicleta playera toma lugar en la banda transportadora o línea de ensamble, esta cuenta con distintas estaciones que se explican seguidamente.

5.2.7.1 Estación Primera

La primera estación de ensamble es trabajada por un solo operario, este se encarga de realizar la operaciones descritas a continuación.

- a) Montar Bicicleta a la línea: Se monta el marco de bicicleta, lo que permite iniciar el ensamble en línea.
- b) Guardabarros: El guardabarros lleva dos varillas, las cuales se agregan por medio de la ayuda de un taladro eléctrico.
- c) Unión de Guardabarros y Horquilla: Se procede a unir la horquilla delantera por medio de un taladro. Luego las dos varillas son sujetadas al punto extremo de las horquillas con ayuda del mismo taladro.
- d) Plato: Se instala el plato, el cual ya viene preensamblado. Este se ajusta al ajustar una tuerca con una llave corriente.

5.2.7.2 Estación Segunda

La segunda estación de ensamble es trabajada por un solo operario, este se encarga de realizar la operaciones descritas a continuación.

- a) Cubre Cadenas: Se instala un cubre cadenas con ayuda de un taladro eléctrico.
- b) Guarda Barros Trasero: Se adhiere el guardabarros trasero con ayuda del taladro eléctrico. Las dos varillas previamente ensambladas también son adheridas al marco con ayuda del taladro eléctrico.
- c) Maletero: La bicicleta Playera lleva un maletero que requiere de dos varillas, las cuales son ajustadas por medio de un taladro eléctrico.
- d) Colocar Maletero: Se utiliza las varillas ensambladas anteriormente para colocar el maletero con ayuda del taladro eléctrico.

5.2.7.3 Estación Tercera

La tercera estación de ensamble es trabajada por un solo operario, este se encarga de realizar la operaciones descritas a continuación.

Rueda delantera: Se instala rueda frontal con ayuda de taladro eléctrico.

Cadena: Se implementa la cadena.

Rueda Trasera y Patilla: Se coloca la rueda trasera y la patilla, las cuales son ajustadas con ayuda del taladro.

5.2.7.4 Estación Cuarta

La cuarta estación de ensamble es trabajada por un solo operario, este se encarga de realizar la operaciones descritas a continuación.

Manivela: Se adhiere la manivela, la cual se ajusta con taladro eléctrico.

Revisión de Aros: Se hace una revisión a la alineación de aros para asegurar que esté en condiciones óptimas.

Revisión de Manivela: Se revisa que la manivela gire adecuadamente. Se revisa que los frenos funcionen adecuadamente.

El diagrama de flujo siguiente ilustra el proceso de la línea previamente descrito.

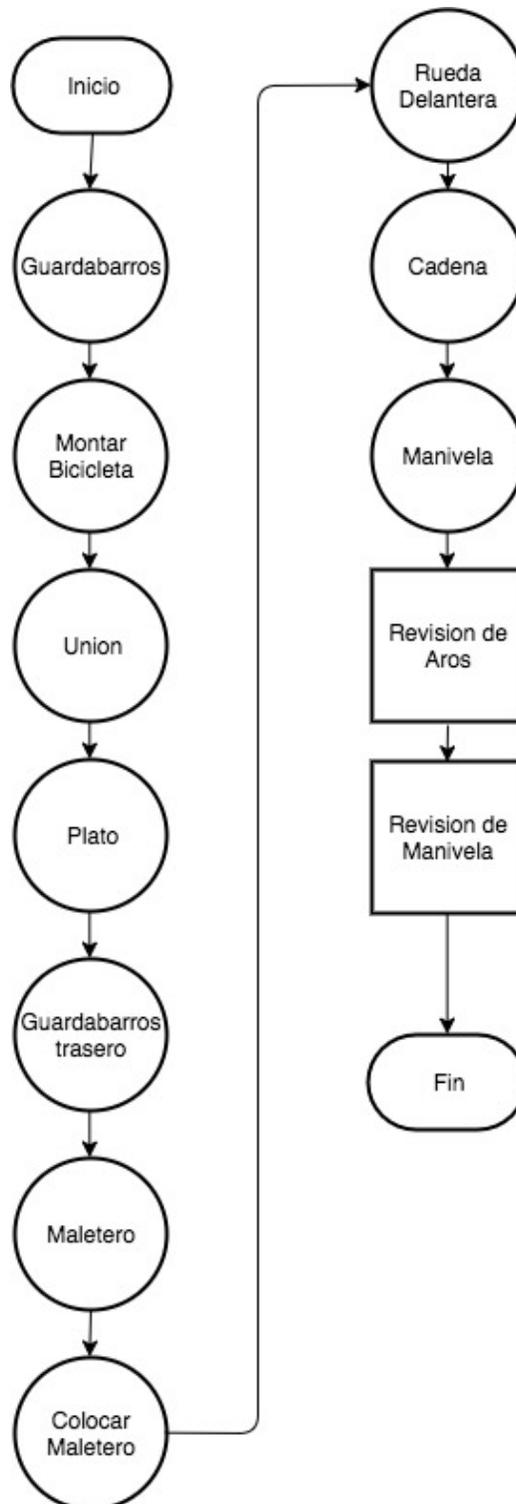


Figura 13 Diagrama de operaciones

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.8 Preparación de Asientos

5.2.8.1 Estación Primera

Asiento: Se atornilla eje al asiento con ayuda de un taladro eléctrico.

5.2.8.2 Estación segunda

Se instala cada asiento a las bicicletas con ayuda de un desatornillador.

El diagrama de flujo siguiente ilustra el proceso previamente descrito:

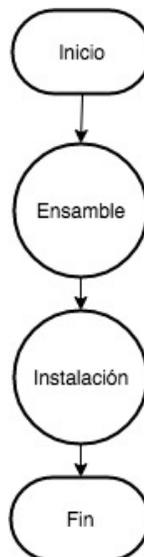


Figura 14 Diagrama de operaciones

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.9 Toma de Tiempos

Se realizó una toma de tiempos para cada una de la actividades antes descritas bajo condiciones normales. Cada actividad fue cronometrada en diez diferentes tiempos, lo cual permite el cálculo de un promedio de estas. La tabla siguiente muestra un resumen de los tiempos descritos. El detalle de cada uno de los tiempos se puede encontrar a partir del Anexo 3.

Tabla 5 Resumen de tiempos de ensamble

Producción de Llantas	
Elementos	Tiempo Promedio
Enraizados/Embocinado	26.878
Unión de aros con radio	93.232
Transporte	23.508
Socar Niples	67.4016
Centrados	38.977
Transporte	30.788
Neumáticos/Llanta	85.836
Preparación de Marcos	
Elementos	Tiempo Promedio
Añadir copas	24.53
Ajustar Horquilla	51.77
Ensamble de Manivelas	
Elementos	Tiempo Promedio
Desarmar Eje Central	20.49
Colocar Eje Central	49.73
Colocar Manetas de Freno y Cambio	12.635
Colocar Puños	5.25
Socar Manetas	13.234
E1 Montaña 26	
Elementos	Tiempo Promedio
Montar Bicicleta a Línea	19.9
Socar Plato	14.65
Ajustar Desviador	34.12
Incorporar Manivela	23.33
E2 Montaña 26	
Elementos	Tiempo Promedio
Instalar cables	67.239
Rueda delantera	46.773
E3 Montaña 26	
Elementos	Tiempo Promedio
Instalar Cadena	42.711
Montar Rueda Trasera	22.058
Instala Patilla	15.686
Cableado	32.81
E4 Montaña 26	

Elementos	Tiempo Promedio
Ajuste de Taquillos	84.803
Inspección de Cables	40.476
Ajuste de Cambios	49.94
E5 Montaña 26	
Elementos	Tiempo Promedio
Tapones	20.566
Revisión de Cambios y Frenos	57.325
Revisión de Aros	16.135
Revisión de Manivela	22.004
E1 Playera 26	
Elementos	Tiempo Promedio
Guardabarros	16.82
Montar Bicicleta a Línea	20.132
Unión de horquilla y guardabarros	29.373
Plato	35.644
E2 Playera 26	
Elementos	Tiempo Promedio
Cubre Cadenas	29.916
Guardabarros Trasero	35.745
Ensamble de Maletero	19.942
Colocar Maletero	12.711
E3 Playera 26	
Elementos	Tiempo Promedio
Rueda delantera	29.496
Cadena	15.078
Rueda Trasera y Patilla	59.572
E4 Playera 26	
Elementos	Tiempo Promedio
Manivela	50.232
Revisión de Aros:	15.157
Revisión de Manivela	19.093
Asientos	
Elementos	Tiempo Promedio
Ensamble de asiento	20.775
Unión de asiento a bicicleta	62.311

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

El resumen de tiempos anterior resalta las actividades que mayor tiempo requieren, bajo la intención de realizar un enfoque sobre los métodos de esta para así poder llegar a una posible reducción de tiempos.

5.2.10 Cursograma analítico

Se elaboran los siguientes cursogramas analíticos con el fin de resumir los tiempos de ensamble de las actividades descritas anteriormente; junto a estas también se incluyen los transportes necesarios para abastecer a las estaciones con los materiales necesarios.

Los cursogramas analíticos muestran que hay tiempos de transporte sumamente altos. Los tiempos inclusive superan los tiempos de línea de ensamble para ambos modelos, por lo que la reducción de estos causa gran cantidad de impacto en la empresa. La tabla número 6 muestra los detalles de la cantidad de actividades que se realizan junto con porcentajes y tiempos totales del proceso productivo expresado en los cursogramas anteriores.

Tabla 6 Resumen de tiempos en planta

Montaña 26				
Detalle	Cantidad	%	Tiempo	% Tiempo
Operaciones	10	37	24	14
Inspección	1	4		
Transportes	15	56	151	86
Almacenamiento	1	4		
Playera 26				
Detalle	Cantidad	%	Tiempo	% Tiempo
Operaciones	10	37	20	12
Inspección	1	4		
Transportes	15	56	151	88
Almacenamiento	1	4		

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.11 Tiempo Estándar

El tiempo estándar o tiempo tipo es el tiempo requerido por un operario en planta, calificado y trabajado a paso normal, realizando un esfuerzo promedio para ejecutar la operación. En este caso las operaciones serán las actividades que se dan en cada una de las estaciones de ensamble.

5.2.11.1 Cálculo de Tiempo Básico

El tiempo básico es igual a al tiempo promedio multiplicado por la valoración.

$$TB = T_{Propmedio} * Valoracion$$

La valoración hace referencia al ritmo del operario al realizar la tarea.

Rápido: Valoración > 100%

Normal Valoración = 100%

Lento Valoración < 100%

En este caso los tiempos tomados fueron a un ritmo normal, por lo que la valoración será de un 100%.

Bajo el propósito de ejemplificar, usaremos los tiempos tomados en la producción de llantas, en la tabla 7 se verán reflejados con su valoración.

Tabla 7 Tiempo Básico

Operación: Producción de Llantas			
Elementos	Promedio	Valoración	Tiempo Básico
Enraizados/Embocinado	26.878	100%	26.878
Unión de aros con radio	93.232	100%	93.232
Transporte	23.508	100%	23.508
Socar Niples	67.4016	100%	67.4016
Centrados	38.977	100%	38.977
Transporte	30.788	100%	30.788
Neumáticos/Llanta	85.836	100%	85.836

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.11.2 Suplementos

Ningún operador puede sostener un paso promedio todos los minutos del día de trabajo, por lo tanto el tiempo estándar se ajusta con algo llamado suplementos, que aproximan este tiempo a la realidad. Los suplementos fueron otorgados por la empresa.

Tabla 8 Suplementos

Suplementos	%
Suplementos por fatiga	5%
Suplementos por necesidades básicas	5%
Suplementos por monotonía	4%
Suplementos por política empresarial	1%
Suplementos Adicionales	0%
Total	15%

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Con el fin de determinar los suplementos, se debe multiplicar el tiempo básico por el total de suplementos.

Tabla 9 Suplementos sobre producción de ruedas

Operación: Producción de Llantas		
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)
Enraizados/Embocinado	26.878	4.0317
Unión de aros con radio	93.232	13.9848
Transporte	23.508	3.5262

Socar Niples	67.4016	10.11024
Centrados	38.977	5.84655
Transporte	30.788	4.6182
Neumáticos/Llanta	85.836	12.8754

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.11.3 Cálculo de Tiempo Tipo

El tiempo tipo corresponde a la sumatoria del tiempo básico y los suplementos considerados.

$$\text{Tiempo Tipo} = \text{Tiempo Basico} + \text{Suplementos}$$

La tabla 10 nos ilustra el tiempo tipo por cada actividad realizada en la operación de producción de llantas.

Tabla 10 Cálculo del tiempo tipo

Operación: Producción de Llantas			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	Tiempo Tipo (s)
Enraizados/Embocinado	26.878	4.0317	30.9097
Unión de aros con radio	93.232	13.9848	107.2168
Transporte	23.508	3.5262	27.0342
Socar Niples	67.4016	10.11024	77.51184
Centrados	38.977	5.84655	44.82355
Transporte	30.788	4.6182	35.4062
Neumáticos/Llanta	85.836	12.8754	98.7114

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

5.2.11.4 Tiempo Ciclo

Se le llama tiempo ciclo a la sumatoria de todos los Tiempo Tipo:

$$\text{Tiempo Ciclo} = \text{Sumatoria de Tiempos Tipo}$$

$$\text{Tiempo Ciclo} = 30.9 + 107.21 + 27.03 + 77.51 + 44.82 + 35.40 + 98.71$$

$$\text{Tiempo Ciclo} = 421.61369$$

El tiempo ciclo corresponde al tiempo estándar del ciclo. En este caso el tiempo de ciclo de la producción de llantas corresponde a 421.61 segundos, lo que corresponde a 7.02 minutos. El tiempo básico corresponde a 6.11 minutos.

Se procede a repetir el procedimiento para cada una de las estaciones, con el fin de determinar el tiempo de ciclo de todas estas en conjunto. Se iniciará con los tiempos de la bicicleta de montaña tamaño 26.

Tabla 11 Tiempo tipo para bicicleta de montaña 26

Producción de Llantas			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Enraizados/Embocinado	26.878	4.0317	30.9097
Unión de aros con radio	93.232	13.9848	107.2168
Transporte	23.508	3.5262	27.0342
Socar Niples	67.4016	10.11024	77.51184
Centrados	38.977	5.84655	44.82355
Transporte	30.788	4.6182	35.4062
Neumáticos/Llanta	85.836	12.8754	98.7114
Preparación de Marcos			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Añadir copas	24.53	3.6795	28.2095
Ajustar Horquilla	51.77	7.7655	59.5355
Ensamble de Manivelas			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Desarmar Eje Central	20.49	3.0735	23.5635
Colocar Eje Central	49.73	7.4595	57.1895
Colocar Manetas de Freno y Cambio	12.635	1.89525	14.53025
Colocar Puños	5.25	0.7875	6.0375
Socar Manetas	13.234	1.9851	15.2191
E1 Montaña 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Montar Bicicleta a Línea	19.90	2.98515	22.88615
Socar Plato	14.65	2.196885	16.842785
Ajustar Desviador	34.12	5.1186	39.2426
Incorporar Manivela	23.33	3.49995	26.83295
E2 Montaña 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Instalar cables	67.239	10.08585	77.32485

Rueda delantera	46.773	7.01595	53.78895
E3 Montaña 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Instalar Cadena	42.711	6.40665	49.11765
Montar Rueda Trasera	22.058	3.3087	25.3667
Instala Patilla	15.686	2.3529	18.0389
Cableado	32.81	4.9215	37.7315
E4 Montaña 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Ajuste de Taquillos	84.803	12.72045	97.52345
Inspección de Cables	40.476	6.0714	46.5474
Ajuste de Cambios	49.94	7.491	57.431
E5 Montaña 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Tapones	20.566	3.0849	23.6509
Revisión de Cambios y Frenos	57.325	8.59875	65.92375
Revisión de Aros	16.135	2.42025	18.55525
Revisión de Manivela	22.004	3.3006	25.3046
Asientos			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Ensamble de asiento	20.775	3.11625	23.89125
Unión de asiento a bicicleta	62.311	9.34665	71.65765

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Los tiempos anteriores muestran que 1423.556825 segundos es el tiempo de ciclo del ensamble para una bicicleta de montaña. Es decir, que en 23.726 minutos se produce una bicicleta de montaña tamaño 26.

Se procede a realizar el mismo procedimiento para la bicicleta playera tamaño 26.

Tabla 12 Tiempo tipo para bicicleta playera 26

Producción de Llantas			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Enraizados/Embocinado	26.878	4.0317	30.9097
Unión de aros con radio	93.232	13.9848	107.2168
Transporte	23.508	3.5262	27.0342

Socar Niples	67.4016	10.11024	77.51184
Centrados	38.977	5.84655	44.82355
Transporte	30.788	4.6182	35.4062
Neumáticos/Llanta	85.836	12.8754	98.7114
Preparación de Marcos			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Añadir copas	24.53	3.6795	28.2095
Ajustar Horquilla	51.77	7.7655	59.5355
Ensamble de Manivelas			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Desarmar Eje Central	20.49	3.0735	23.5635
Colocar Eje Central	49.73	7.4595	57.1895
Colocar Manetas de Freno y Cambio	12.635	1.89525	14.53025
Colocar Puños	5.25	0.7875	6.0375
Socar Manetas	13.234	1.9851	15.2191
E1 Playera 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Guardabarros	16.82	2.523	19.343
Montar Bicicleta a Línea	20.132	3.0198	23.1518
Unión de horquilla y guardabarros	29.373	4.40595	33.77895
Plato	35.644	5.3466	40.9906
E2 Playera 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Cubre Cadenas	29.916	4.4874	34.4034
Guardabarros Trasero	35.745	5.36175	41.10675
Ensamble de Maletero	19.942	2.9913	22.9333
Colocar Maletero	12.711	1.90665	14.61765
E3 Playera 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Rueda delantera	29.496	4.4244	33.9204
Cadena	15.078	2.2617	17.3397
Rueda Trasera y Patilla	59.572	8.9358	68.5078
E4 Playera 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Manivela	50.232	7.5348	57.7668
Revisión de Aros:	15.157	2.27355	17.43055

Revisión de Manivela	19.093	2.86395	21.95695
Asientos			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Ensamble de asiento	20.775	3.11625	23.89125
Unión de asiento a bicicleta	62.311	9.34665	71.65765

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Los tiempos anteriores muestran que 19.4782515 minutos es el tiempo ciclo del ensamble para una bicicleta playera. Es decir, que en 19.478 minutos se produce una bicicleta playera tamaño 26.

La tabla 13 resume los detalles anteriormente mencionados

Tabla 13 Resumen de tiempos estándar

Bicicleta	Tiempo Estándar (s)	Tiempo Estándar (m)
Montaña 26	1423.5	24
Playera 26	1168.7	20

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

A este tiempo estándar se le debe añadir los tiempos de distribución y transporte de materiales que no hemos tomado en cuenta. Estos tiempos se encuentran en los cursogramas anteriores, sin embargo se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 14 Resumen de tiempos de transporte

Actividad	Minutos
Distribución de aros	17
Distribución de llantas	15
Distribución de neumáticos	15
Distribución de marcos	18
Distribución de manivelas	18
Distribución de asientos	14
Transporte de ruedas a línea	15
Transporte de marcos a línea	18
Transporte de manivelas a línea	18
Transporte de bicicletas a asientos	3
Total	151

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Debido a que estos tiempos fueron tomados para una producción de 38 bicicletas, el total deberá dividirse entre el número de estas unidades, lo que resulta en 3.9 minutos adicionales.

Tabla 15 Resumen de tiempos estándar

Bicicleta	Tiempo Estándar (s)	Tiempo Estándar (m)
Montaña 26	1423.5	28
Playera 26	1168.7	24

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Es importante también remarcar que la planta con frecuencia evidencia paros en la línea de ensamble, como fue mencionado en el diagrama causa y efecto. Estos paros ocasionan que la producción de las bicicletas perdure por más tiempo. La siguiente tabla muestra tiempos que fueron cronometrados desde el paro inicial de la línea hasta que esta vuelve a funcionar.

Tabla 16 Observaciones de paro de línea

Observación	Tiempo (m)
Paro 1	10.34
Paro 2	13.29
Paro 3	8.39
Paro 4	3.65
Paro 5	11.63
Paro 6	9.58
Promedio	9.48

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Es evidente que estos paros son un desperdicio que afecta con gravedad la producción, ya que puede elevar la duración de producción en aproximadamente diez minutos.

5.2.12 Diagrama Bimanual

El uso del Diagrama Bimanual permite desglosar e ilustrar las actividades de las manos del operario, e indica también la relación entre estas. La confección de los bimanuales permite comprender a mayor profundidad cada una de las actividades que se realizan en las estaciones de ensamble, además le permite al analista detectar posibles mudas durante la realización de la tarea. Seguidamente se presenta un resumen de los bimanuales para cada una de las operaciones efectuadas en el proceso productivo actual. La totalidad de bimanuales se puede apreciar en detalle en la sección de apéndices.

Las tabla 17 resume la totalidad de actividades contempladas en el método actual:

Tabla 17 Resumen de bimanual actual

Actaul										
	Operación		Sostenimiento		Movimiento		Espera		Total	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Embocinado	10	7	0	1	0	0	3	5	13	13
Ajuste de Niples	5	7	0	0	0	0	2	0	7	7
Centrado	5	7	0	0	0	0	2	0	7	7
Llanta y Neumatico	7	7	1	1	0	0	1	1	9	9
Marcos	7	8	1	0	0	0	2	2	10	10
Manivela	14	14	10	4	0	0	1	7	25	25
Montaña E1	12	16	0	0	0	0	6	2	18	18
Montaña E2	10	10	0	0	0	0	0	0	10	10
Montaña E3	10	13	0	0	0	0	3	0	13	13
Montaña E4	3	4	0	0	0	0	1	0	4	4
Montaña E5	6	10	0	0	0	0	4	0	10	10
Playera E1	13	15	0	0	0	0	3	1	16	16
Playera E2	17	13	0	2	0	0	0	2	17	17
Playera E3	12	13	0	0	0	0	1	0	13	13
Playera E4	5	5	0	0	0	0	0	0	5	5
Asiento	7	9	1	0	0	0	1	0	9	9
Total	143	158	13	8	0	0	30	20	186	186

Fuente: Elaborado por investigador.

5.3 Análisis de capacidad instalada

El análisis de capacidad hace referencia a la aptitud de un operario o de una máquina para realizar un trabajo o tarea. Con el fin de comprender la realidad con la que se está operando, se tiene la necesidad de medir la capacidad instalada y eventualmente determinar la producción que se pueda alcanzar con esta.

5.3.1 Capacidad en la que trabaja la planta

Se realizó un muestreo con el fin de determinar la eficiencia con la que trabaja la planta. El muestreo se realizó por medio de visitas a cada una de las estaciones en horas generadas aleatoriamente. Se define una hora en la cual se verifica si la estación está en ese momento funcionando adecuadamente o si está ociosa, es decir si se está trabajando o

no en la estación. El muestreo se realizó en dos días separados, uno para cada tipo de producto.

Previo a hacer el muestreo se ve necesario calcular el tamaño de la muestra. Esta la podemos calcular con la fórmula siguiente:

$$n_0 = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

n_0 = En este caso nos representa el tamaño de muestra que estamos buscando

Z = Nivel de confianza

Q = Probabilidad de fracaso

e = Margen de error

Utilizaremos los siguientes datos:

Tabla 18 Datos para cálculo de tamaño de muestra

N	5400
Z	1.96
e	7%
P	0.5
q	0.5

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

$$n_0 = \frac{1.96^2 * .5 * .5}{0.07^2}$$

$$n_0 = \frac{3.84^2 * 0.25}{0.049}$$

$$n_0 = 196$$

La fórmula nos indica que nuestro tamaño de la muestra debe ser de 196, sin embargo, se debe hacer un ajuste a esta fórmula debido a que no hemos tomando en cuenta el tamaño de la población. En el caso de no se conociera el tamaño de la población, el dato calculado anteriormente sería suficiente, sin embargo como se expresó en el marco situacional, Cobicondor tiene una producción mensual estimada de 5400

bicicletas al mes. Se procede a hacer un ajuste en la fórmula con el fin de considerar la población:

$$n' = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 - 1)}{N}}$$

N = Población

$$n' = \frac{196}{1 + \frac{(196 - 1)}{5400}}$$

$$n' = 189$$

Nuestro número de muestra debe ser de 189 bicicletas. Se tomaron la muestras en un lapso de dos días, en los cuales debido a la cantidad de estaciones, se utilizó un número de muestras de 230, lo cual nos da aun mayor precisión. Los gráficos siguientes resumen la información recopilada, el desglose de los muestreos junto con la hora de realización se encuentran en la sección de apéndices.

El gráfico siguiente es representativo del porcentaje de eficiencia que fue encontrado al realizar el muestreo durante la producción de la bicicleta playera tamaño 26.

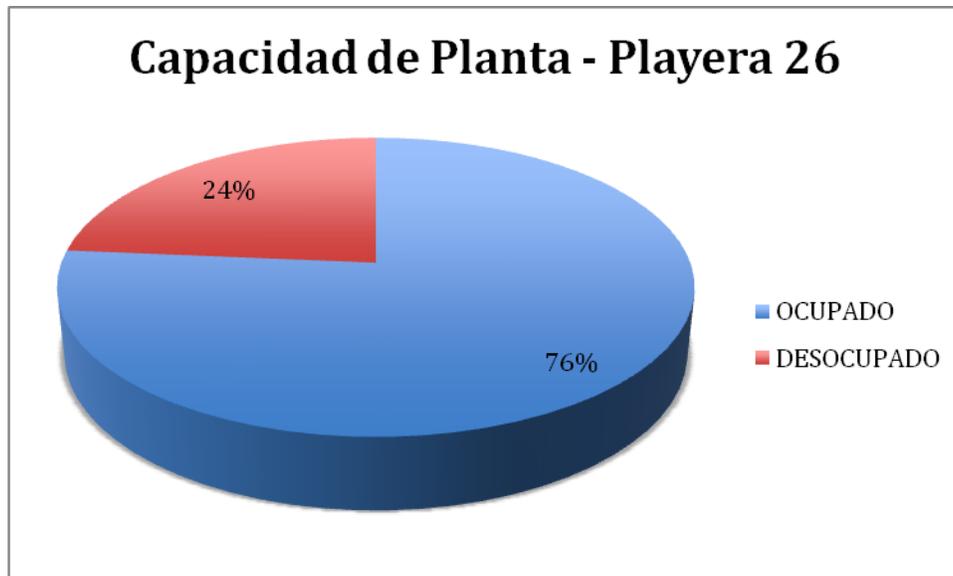


Figura 17 Gráfico de capacidad de bicicleta playera

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

$$Eficiencia = \frac{Utilizados}{Capacidad} = \frac{84}{110} = 76\%$$

El muestreo evidencia veintiséis momentos en los que la planta tenía una estación desocupada, por lo que se tiene una eficiencia de un 76%.

El gráfico siguiente es representativo del porcentaje de eficiencia que fue encontrado al realizar el muestreo durante la producción de la bicicleta de montaña tamaño 26.

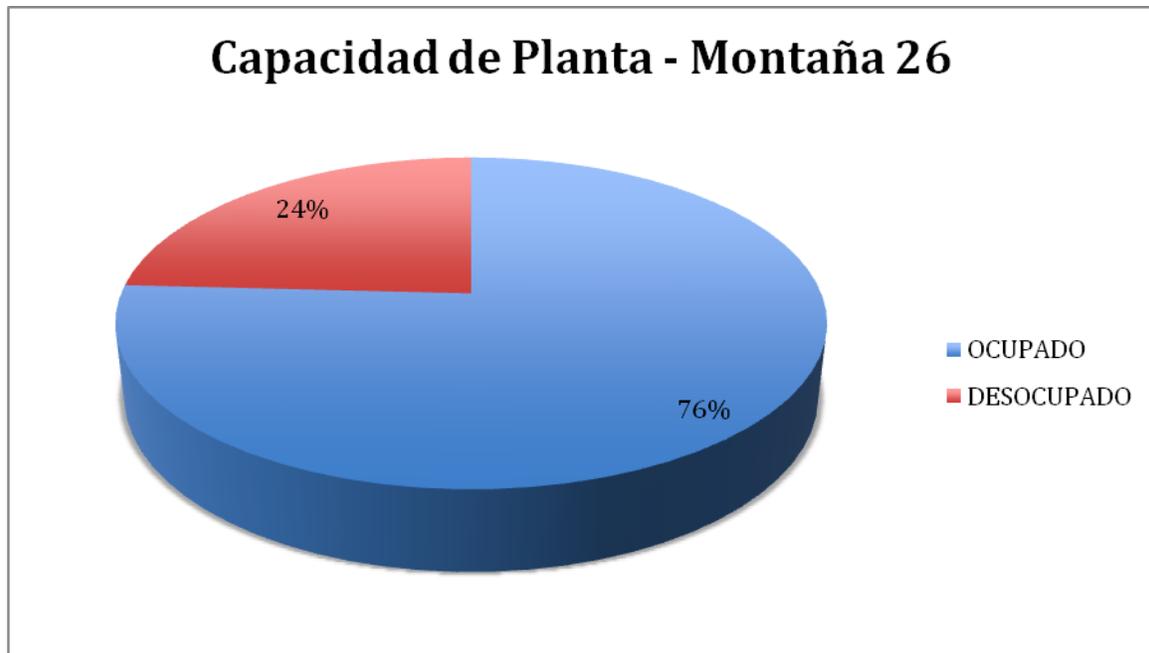


Figura 18 Gráfico de capacidad de bicicleta de montaña

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

El muestreo evidencia veintinueve momentos los que la planta tenía una estación desocupada, por lo que se tiene una eficiencia de un 76%.

$$Eficiencia = \frac{Utilizados}{Capacidad} = \frac{91}{120} = 76\%$$

El gráfico siguiente es representativo del porcentaje de eficiencia total que fue encontrado al realizar el muestreo de ambas situaciones previamente descritas.

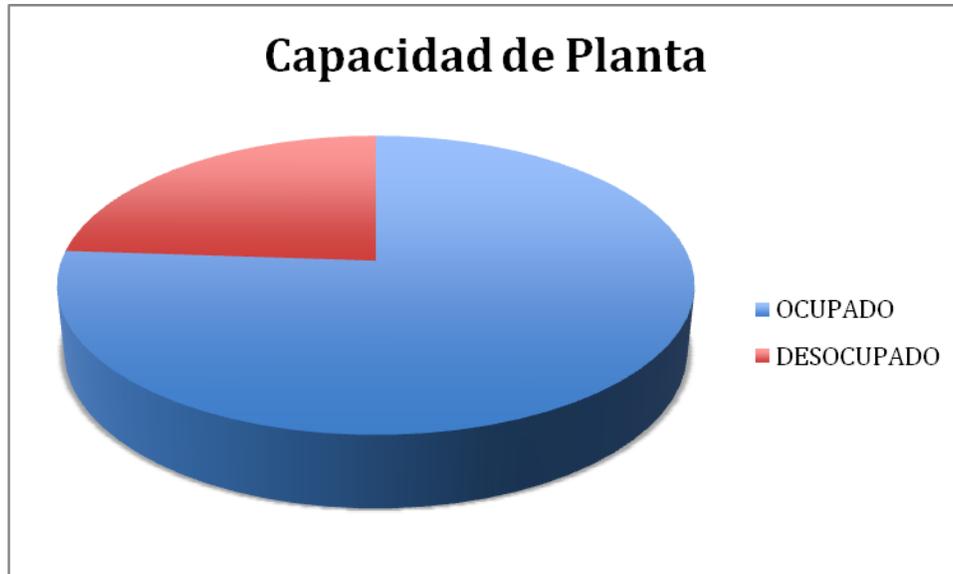


Figura 19 Gráfico de capacidad de planta

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

El muestreo evidencia cincuenta y cinco momentos en que la planta mostraba una estación desocupada, por lo que se tiene una eficiencia de un 76%.

$$Eficiencia = \frac{Utilizados}{Capacidad} = \frac{175}{230} = 76\%$$

5.3.2 Producción Esperada

El cálculo del tiempo estándar junto con el cálculo de la eficiencia con que está operando la empresa permite llevar a cabo el cálculo de la producción esperada. Esto hace referencia a la producción que debería tener la planta actualmente.

Primero debemos tomar en cuenta las horas laborales, las cuales son 8 horas diarias, a las que se le restan 30 minutos por descansos, que resulta en 7.5 horas diarias. Esto se multiplica por la cantidad de días que se trabaja en la empresa, los cuales son 5 por semana, es decir 20 por mes. El resultado es de 150 horas laboradas dentro del margen de un mes. Si tomamos en cuenta el porcentaje de eficiencia que se calculó anteriormente, tendremos una estimación más real de lo que realmente se está laborando. El cuadro siguiente nos ilustra dicho cálculo.

Tabla 19 Horas eficientes

Horas	Eficiencia
150	100%
114	76%

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Es decir, que para llegar a una producción esperada apegada a la realidad de la empresa realmente se considera 114 horas laboradas, debido a que no se opera a un 100% de eficiencia. Las 114 horas laboradas equivalen a 6840 minutos laborados al mes. Si se toma este dato y se divide entre los minutos previamente calculados de tiempo tipo para cada modelo de bicicleta, obtendremos la cantidad de producción que se puede esperar de la empresa aún bajo la eficiencia de un 76%.

Tabla 20 Producción esperada

Bicicleta	Tiempo Estándar (m)	Producción Esperada
Montaña 26	28	244
Playera 26	24	285

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

La tabla anterior muestra los resultados de cuántas bicicletas ya ensambladas se deberían producir aun con el porcentaje de eficiencia actual. La bicicleta de montaña es el producto más elaborado con que trabaja la empresa, y según los datos la empresa podría alcanzar a producir 244 unidades mensuales bajo las condiciones actuales. La playera muestra 285 unidades de producción mensual bajo las condiciones actuales. Cabe mencionar que dentro de estos resultados no se toma en cuenta los paros de línea que ocasionalmente se observaron.

La gerencia indica que actualmente se produce un promedio de 270 bicicletas mensualmente, siendo la bicicleta de montaña el modelo que más tiempo requiere en su ensamble. Si se logra reducir los tiempos de transporte, incrementar la eficiencia de las estaciones y reducir los paros en la línea, sin duda la empresa podrá elevar su producción.

5.4 Distribución Actual de la planta

Dentro de lo estipulado para la confección de este proyecto se tiene como objetivo específico determinar si la distribución actual de la planta incide en el flujo y la

capacidad del proceso de producción. Tras la observación del transporte de materiales y actividades de ensamble en la planta productiva, junto con observaciones de parte de gerente de operaciones, se determina que se puede reducir la cantidad de distancia por recorrer al reubicar una sección de alojamiento de materiales. Dicha reubicación reducirá tiempos de transporte dentro de la planta productiva. La imagen siguiente ilustra la distribución actual y se encierra en un círculo la sección mencionada de alojamiento de materiales.

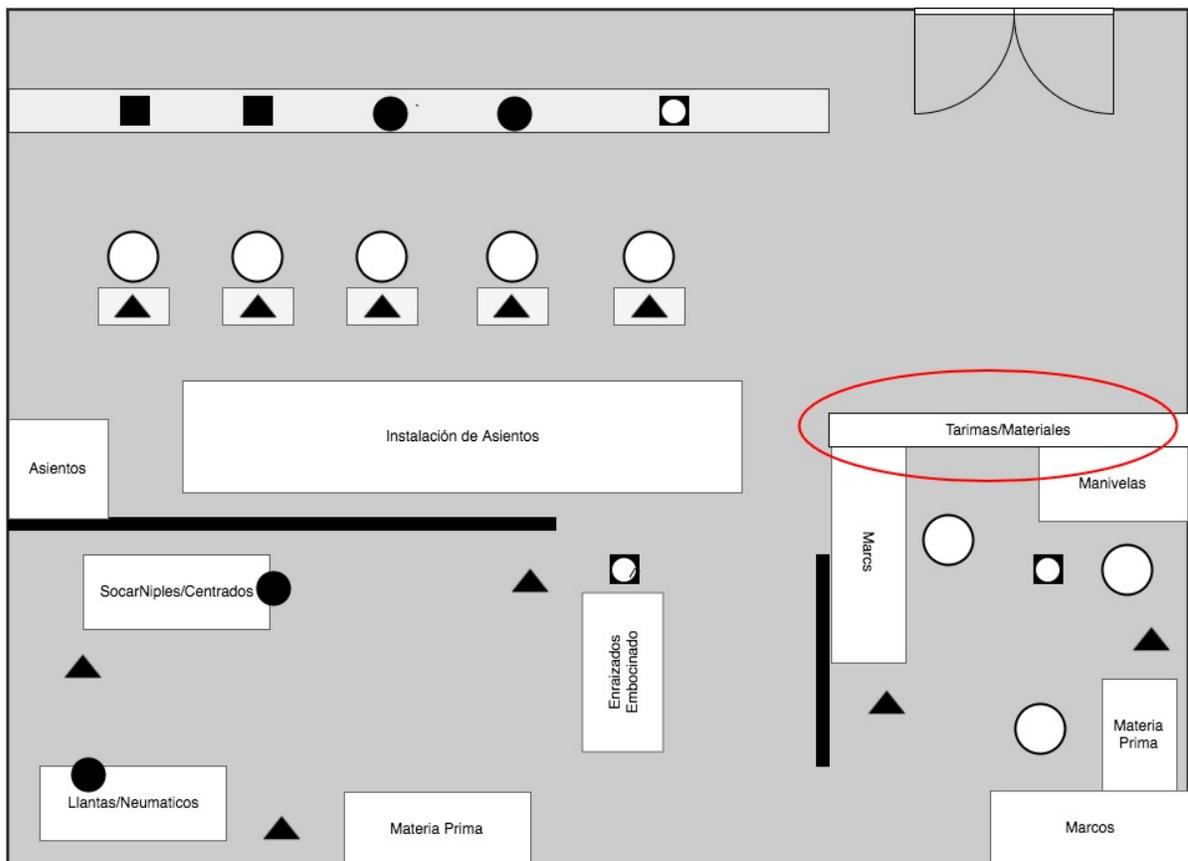


Figura 20 Distribución de planta

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

La tabla siguiente describe la información de cuánto tiempo tomó la distribución y alojamiento de materiales a sus debidas estaciones junto con la distancias recorridas durante el transcurso de un lote productivo de 38 bicicletas.

Tabla 21 Resumen de tiempos de transporte

Actividad	Minutos	Distancia (M)
Distribución de aros	17	18

Distribución de llantas	15	18
Distribución de neumáticos	15	18
Distribución de marcos	18	22
Distribución de manivelas	18	25
Distribución de asientos	14	17
Transporte de ruedas a línea	15	16
Transporte de marcos a línea	18	20
Transporte de manivelas a línea	18	23
Transporte de bicicletas a asientos	3	4
Total	151	181

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Los tiempos anteriores hacen referencia a duración del transporte de materiales con la distribución actual, el recorrido de estos se aprecia en las siguientes imágenes.

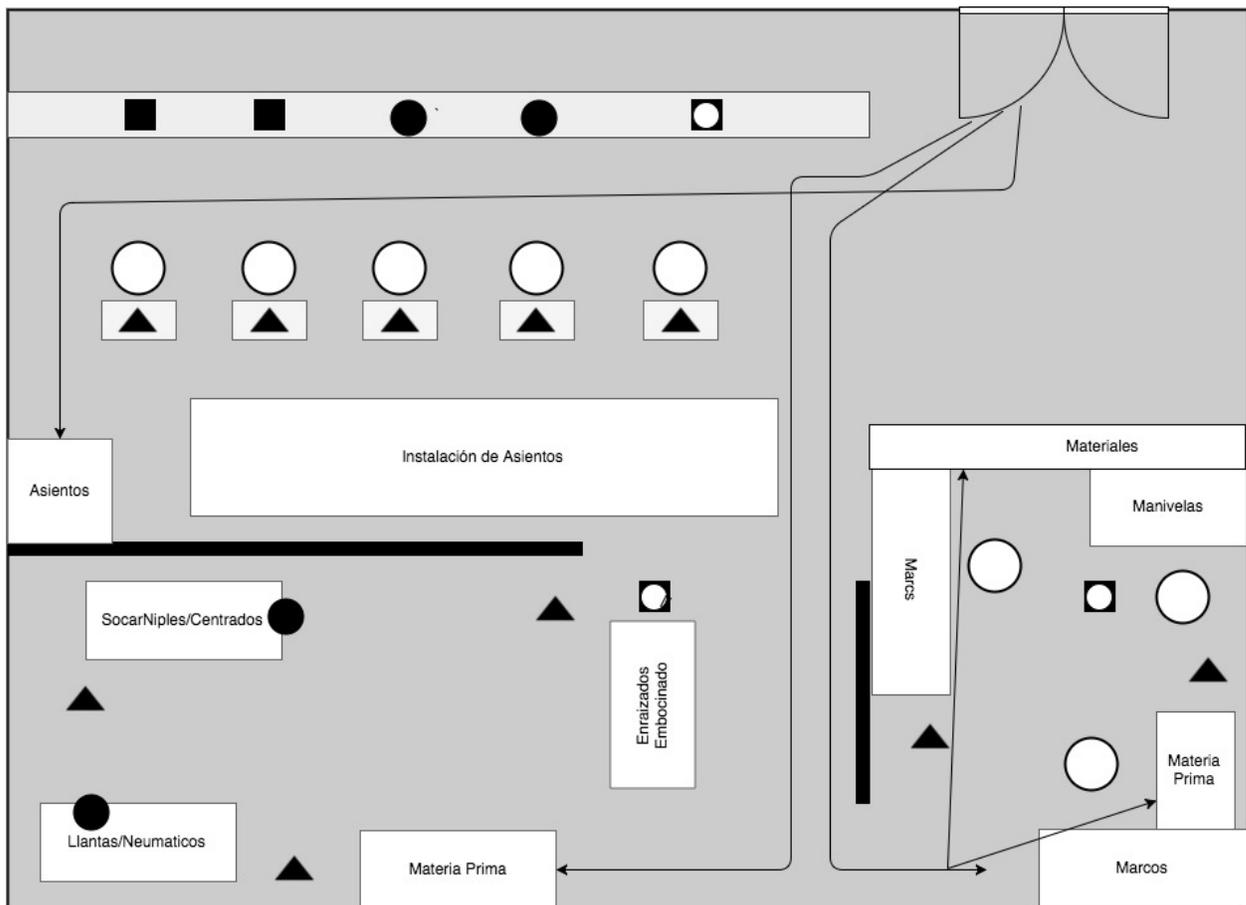


Figura 21 Recorridos desde bodega

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

La imagen anterior permite contemplar los recorridos que se toman desde bodega a las estaciones de ensamble, mientras la siguiente nos ilustra los recorridos de las estaciones a la línea de ensamble junto con el transporte de línea a asientos y de esta a la instalación de los mismos.

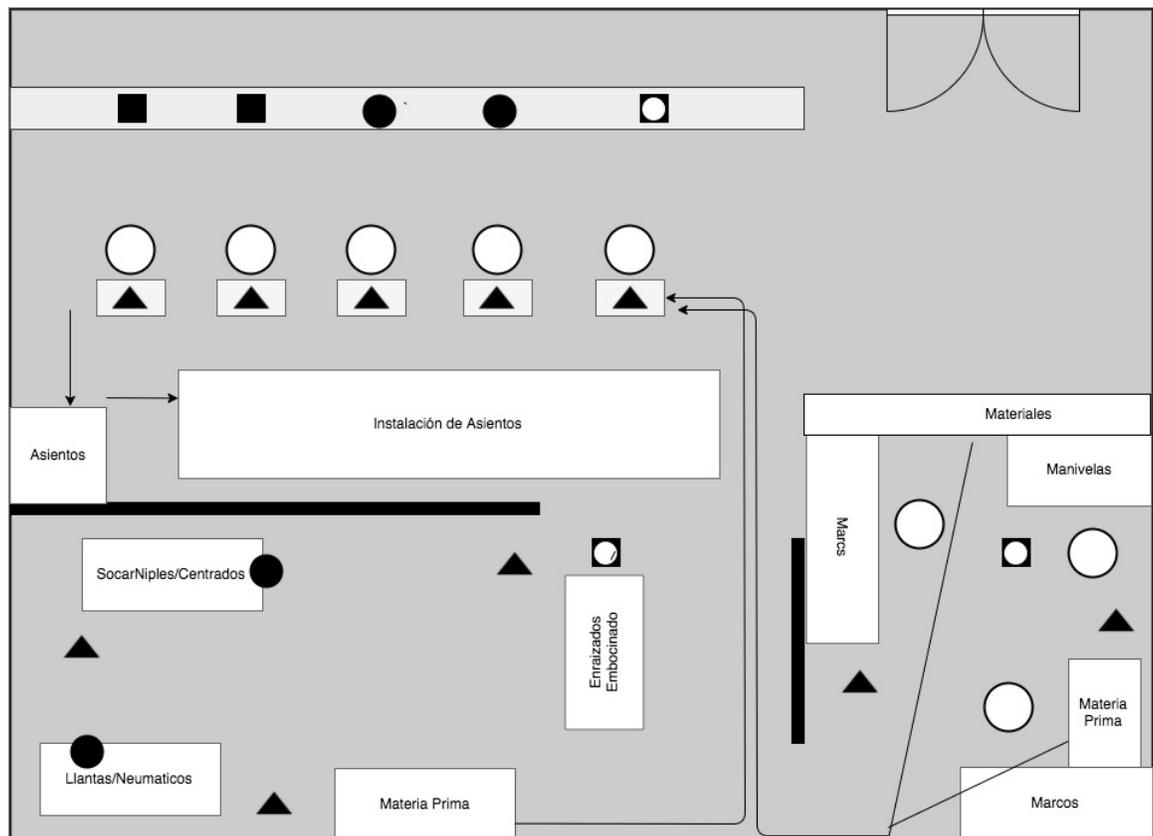


Figura 22 Transportes a línea

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Bajo la redistribución del estante de materiales se pretende abrir espacio suficiente para así tener un nuevo corredor que permita el acceso al área de marcos y manivelas. Una vez que el nuevo acceso esté instalado se espera que las distancias por recorrer se vean reducidas, y disminuir así los tiempos de transporte.

6 Diseño de Propuesta

6.1 Propuesta de Orden y Limpieza

En el diseño de propuesta debemos enfocarnos en solventar la aglomeración de desperdicios encontrados con ayuda del diagrama Pareto. Uno de los problemas con mayor incidencia es el de paros en la línea de ensamble, los que se evidencian cuando el operario no puede seguir su función debido a algún imprevisto que resulta en un paro temporal de la línea o por algún otro motivo. Se decide proceder a realizar un análisis sobre la ocurrencia de la situación. La siguiente tabla muestra distintas ocurrencias de paro en línea de ensamble, donde se tomó el tiempo que demora la línea en volver a operar normalmente.

Tabla 22 Observaciones de paro de línea

Observación	Tiempo (m)
Paro 1	10.34
Paro 2	13.29
Paro 3	8.39
Paro 4	3.65
Paro 5	11.63
Paro 6	9.58
Promedio	9.48

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Durante las evidencias cronometradas, los paros demuestran un promedio de 9.48 minutos, tiempo en el cual la empresa no avanzó en ensamble de sus productos. Se comenta la situación expuesta ante el gerente de planta junto con otros trabajadores de la línea, de este intercambio se hace claro que la línea productiva está teniendo paros debido a que los materiales están siendo previamente mal ajustados en las estaciones.

Se da el caso de que un operario en línea no puede continuar su labor debido a que le hacen falta las partes para seguir ensamblando el marco, por lo que hace un llamado a los ayudantes, quienes se percatan de la ausencia de materiales e inician la búsqueda de tales para permitir que la estación pueda seguir funcionando. Durante el transcurso de descubrir qué material hace falta, la búsqueda de tal y reabastecer la estación se pierde tiempo y la banda sufre un paro, lo que afecta directamente a la

estación. Es importante recalcar que en el momento en que acontece lo antes descrito los ayudantes frecuentemente se encuentran realizando otras labores, como lo son el transporte de otros artículos, lo cual atrasa el reabastecimiento de las estaciones.

Se evidencia que una vez que se da la ocurrencia, el operario de ensamble demora tiempo en hacerle saber a los ayudantes que hay insuficiencia de materiales, debido a que los ayudantes se encuentran en ciertos momentos realizando otras tareas, las cuales inclusive pueden tomar lugar en bodega. Una vez que el ayudante es exitosamente notificado, este busca entre los estantes de materia prima, los cuales no están debidamente ordenados. Se le hizo una consulta al gerente de operaciones, quien informa que estos no tienen estandarización ni fecha asignada para su orden y limpieza específica. Se hace evidente que la falta de control sobre el almacén de materiales en planta ocasiona desorden y demoras en el proceso productivo, por lo cual se considera beneficiosa la implementación de la herramienta de las 5S. Anterior a tener que notificar al ayudante para reabastecer la estación, el operario de línea nota la falta de materiales, pero este al estar enfocado en su labor toma como una distracción tener que realizar una notificación, por lo que la implementación de un sistema Andon en la línea facilitaría evitar la recepción de este atraso a la línea de ensamble.

6.1.1 5S

Se realizó una evaluación sobre las 5S, la cual tiene el fin de determinar la manera o métodos empleados por Cobicondor respecto al orden y limpieza. De este modo se facilita la estandarización y correcta distribución de materiales, y se evita que surjan paros en la fase productiva. La tabla siguiente representa la evaluación realizada, donde se detalla cada inciso y a su derecha un respectivo puntaje del 0–5, los cuales representan una escala de pésimo a muy bueno.

Tabla 23 Evaluación 5S

Evaluación de las 5S	
Empresa	Cobicondor
Elaboración	Investigador
Área	Planta productiva

Escala

0 = Pésimo

1 = Muy Mala

2 = Mal

3 = Bien

4 = Muy Bien

5 = Excelente

	Puntaje					
	0	1	2	3	4	5
Seiri - 整理 - Selección						
Se evidencia interés e intención de descartar las herramientas, materiales y equipos que no se utilizan en el puesto de trabajo.			X			
Las herramientas y equipo de trabajo están en condiciones óptimas.				X		
El piso de área productiva está limpio sin rajaduras, grietas o agujeros.					X	
Los suelos se encuentran despejados, libres de cables o materiales.			X			
Seiton - 整頓 - Orden						
Se cuenta con señalización para salidas de emergencia.	X					
Se tiene un lugar designado para cada objeto.			X			
Las herramientas utilizadas se vuelven a colocar en su lugar.					X	
Herramientas correctamente colocadas en estaciones de trabajo.			X			
Los materiales necesarios están debidamente ordenados para su futuro uso.			X			
Se dispone el producto terminado en una área exclusiva para esta.					X	
Seiso - 清楚 - Limpieza						
Las herramientas de trabajo se encuentran en un estado nítido.				X		
Las estaciones de trabajo se encuentran en un estado nítido.				X		
Seiketsu - 清潔 - Estandarización						
Se cuenta con manuales de procedimiento para las labores dentro de la planta productiva,	X					
Los materiales están debidamente ordenados e identificados.			X			
Se cuenta con horarios designados a limpieza y orden.				X		
Shitsuke - 躰け - Autodisciplina						
Se tiene iniciativa por la adecuada implementación de las 5S.			X			
Puntaje	0	0	14	12	12	0

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

La tabla de evaluación de 5S resulta en un puntaje de 38 puntos de un posible total de 80. La evaluación muestra que efectivamente los materiales con los que se trabaja en las estaciones de ensamble no tienen un debido orden ni identificación. Las razones que respaldan los comportamientos encontrados son: el hábito de realizar las tareas como siempre se han realizado, junto a falta de interés respecto al orden y la limpieza.

Se propone a la empresa un adecuado orden sobre los racks en donde se almacenan los materiales para su futuro uso en la estaciones de ensamble, con el fin de prevenir que los materiales estén incompletos al abastecer la estaciones de las líneas. Se debe implementar una inspección obligatoria de todas las cajas una vez que las estaciones hayan sido abastecidas, esto ayudará a prevenir pérdida de materiales y corregirá una mala distribución de materiales antes de que se tenga que detener la línea.

6.1.2 Asignación de Responsabilidades

La asignación de responsabilidades y control de tales es un método sencillo y sumamente eficaz que contribuye a la autodisciplina respecto a los puntos de orden, limpieza y estandarización descritos en la herramienta anterior. Se propuso el uso de un cronograma, el cual debe estar visible para que los operarios se encarguen de mantener la limpieza y el orden de manera estructurada. La siguiente tabla ilustra una propuesta que facilitará el orden y limpieza de la planta.

Tabla 24 Asignación de responsabilidades

Área	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5
Estantes línea	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Piso de Línea	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes
Línea Productiva	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes	Martes
Estantes Llantas	Jueves	Viernes	Lunes	Martes	Miércoles
Piso de llantas	Viernes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves
Área	OP6	OP7	OP8	OP9	Op10
Estantes Marcos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes

Piso Marcos	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Lunes
--------------------	--------	-----------	--------	---------	-------

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

El cronograma anterior es una útil manera de asegurar que las herramientas, estantes y estaciones de trabajo mantengan un orden y limpieza decente, lo cual resultará en reducción de desperdicios como lo son los tiempos de búsqueda y transportes innecesarios. Un ambiente limpio y ordenado también promueve que el operario esté más dispuesto a enfrentar sus labores en comparación a uno sucio y desordenado. El mantenimiento del orden y limpieza ayudará a solventar la incidencia de materiales previamente mal ajustados, lo que facilita la ocurrencia de paros en la línea de ensamble, además de ofrecer mayor estandarización sobre las actividades.

6.2 Propuesta de herramienta andon

El andon es un término de la manufactura que hace referencia a un sistema dirigido a la administración de notificación, de mantenimiento y otros ámbitos dentro de la calidad. Consta de un dispositivo que incluye señalización por medio de luces programables, las cuales ayudan a personas involucradas a distinguir el problema que se está dando. En el presente proyecto se propone la instalación de luces andon en las primeras tres estaciones de línea de ensamble, las cuales son las estaciones que ocasionalmente quedan sin materiales y causan un paro del flujo de la línea. De esta forma, en el momento en que el operario de ensamble descubra que su estación requiere de reabastecimiento de algún material, este puede activar el dispositivo andon, el cual notificará a los ayudantes por medio de una luz la necesidad de materiales sin necesidad de mayor esfuerzo.

6.3 Distribución de Planta

La propuesta de distribución de planta pretende reducir las distancias a recorrer en el momento de distribuir los materiales requeridos por las estaciones, además de reducir el tiempo que este requiere. La imagen siguiente muestra la distribución propuesta.

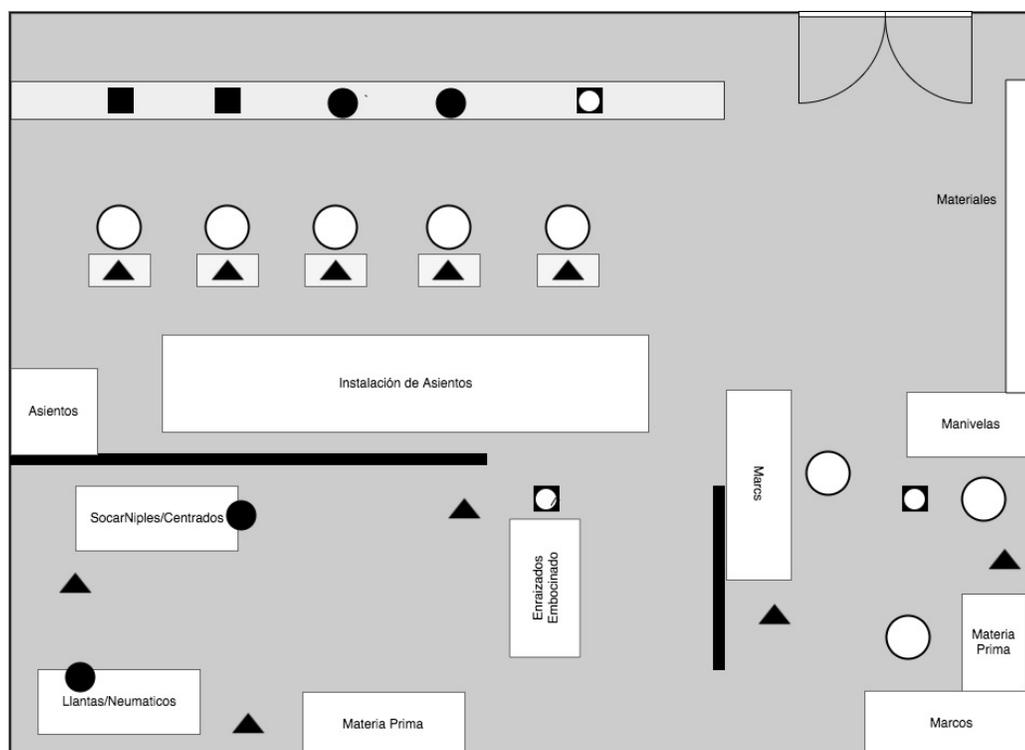


Figura 23 Distribución propuesta

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

La imagen anterior muestra que la simple redistribución de un estante de materiales permite el flujo de transportes del personal entre las áreas de línea y marcos, lo que evita la necesidad de pasar por el área de ensamble de ruedas. En la imagen siguiente se puede apreciar los recorridos que se proponen con esta distribución.

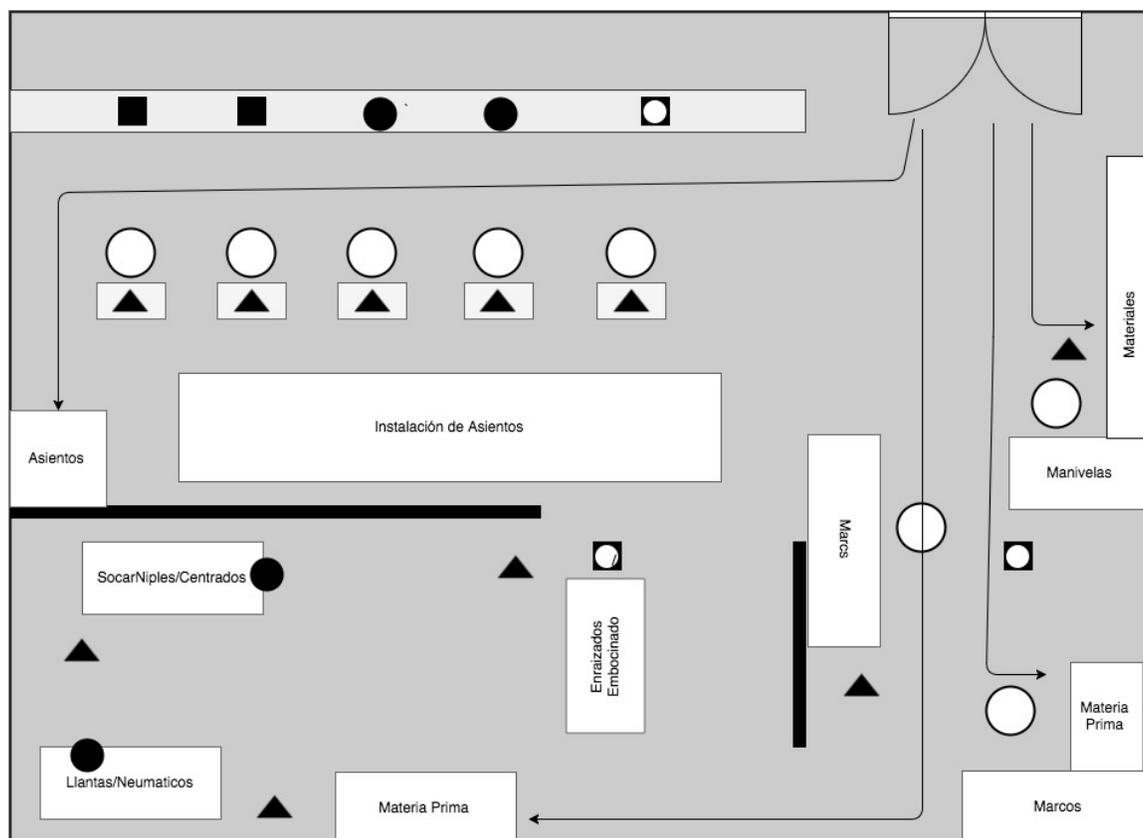


Figura 24 Transportes desde bodega

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

La imagen anterior permite contemplar los recorridos que se toman desde la bodega a las estaciones de ensamble, mientras la siguiente nos ilustra los recorridos de las estaciones a la línea de ensamble junto con el transporte de línea a asientos y de allí a la instalación de los mismos.

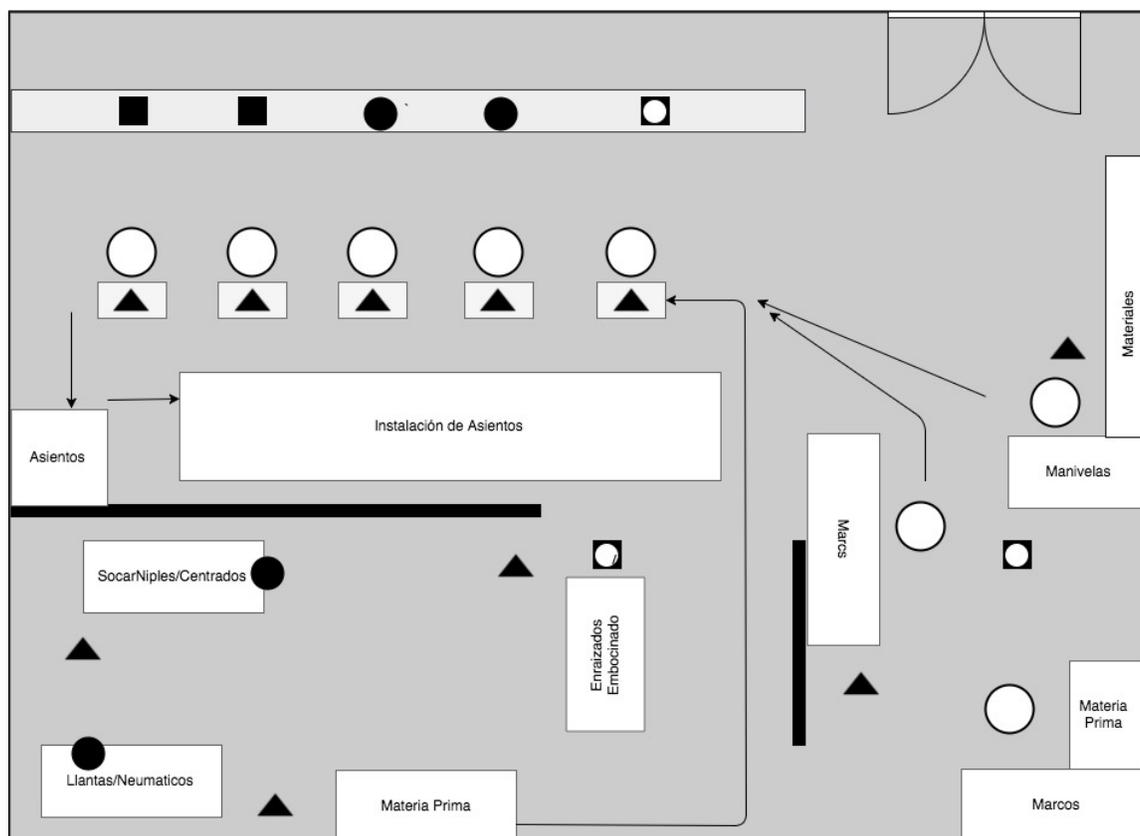


Figura 25 Transportes a línea

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

Se procede a medir las distancias a recorrer en la distribución propuesta. La siguiente tabla expresa las distancias.

Tabla 25 Distancias recorridas

Actividad	Actual Distancia (M)	Propuesta Distancia (M)
Distribución de aros	18	18
Distribución de llantas	18	18
Distribución de neumáticos	18	18
Distribución de marcos	22	17
Distribución de manivelas	25	15
Distribución de asientos	17	17
Transporte de ruedas a línea	16	16
Transporte de marcos a línea	20	14
Transporte de manivelas a línea	23	13
Transporte de bicicletas a asientos	4	4

Total	181	150
-------	-----	-----

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

La tabla anterior expresa que hay un total de 150 metros por recorrer con la distribución propuesta, lo cual equivale a una reducción de 31 metros en la totalidad del proceso productivo. Porcentualmente se puede afirmar la reducción de un 17% de la distancia por recorrer durante el proceso productivo.

6.4 Propuesta de estantes con rodines

La imagen siguiente muestra estantes que serían de alta utilidad para el transporte de materiales.



Figura 26 Estantes con rodines

Fuente: Elaborado por investigador con base en información suministrada por empresa

La implementación de estos estantes permitirá a los operarios transportar los materiales a la estación sin necesidad de numerosos viajes y sin desgastar su cuerpo físico. Se espera que al utilizar estos los ayudantes puedan movilizar mayor cantidad de piezas en menor tiempo, con ello se pretende reducir los tiempos de transporte de materiales.

Se realizó una prueba en la distribución de materiales a través de un lote productivo de 38 bicicletas de montaña utilizando plataformas con rodines del área de bodega, las cuales no se estaban utilizando.

Tabla 26 Tiempos de transporte

	Actual	Propuesta
Actividad	Minutos	Minutos
Distribución de aros	17	13
Distribución de llantas	15	11
Distribución de neumáticos	15	11
Distribución de marcos	18	10
Distribución de manivelas	18	9
Distribución de asientos	14	10
Transporte de ruedas a línea	15	8
Transporte de marcos a línea	18	8
Transporte de manivelas a línea	18	7
Transporte de bicicletas a asientos	3	3
Total	151	90

Fuente: Elaborado por investigador

Si dividimos el total de tiempo desplazado entre la cantidad de unidades trabajadas, nos da un resultado de 2.3 minutos. La reducción presente en la tabla representa un 40% en el tiempo de transportes.

Tabla 27 Resumen de transportes

Observación	Tiempo (m)
Transportes Actual	3.973684211
Transportes Propuesto	2.368421053

Diferencia	1.605263158
------------	-------------

Fuente: Elaborado por investigador

6.5 Estandarización de proceso de ensamble

La estandarización es una manera en que la empresa puede asegurar la constancia de su rendimiento a la hora de ensamblar. La empresa no contaba con manuales de procedimiento o pasos para realizar las tareas, por lo que cada operario tenía que ser instruido sin la ayuda de estas herramientas. Se proponen bimanuales a raíz de observación al proceso original con el que trabajaba la empresa, con el fin de ofrecer un método más esbelto. Los bimanuales también servirán de referencia y ayudarán al entrenamiento de futuros empleados dentro de la empresa. Cada uno de los bimanuales propuestos se encuentran en la sección de anexos.

Las tablas 27 y 28 resumen la totalidad de actividades contempladas en el método actual contra el método propuesto. Inicialmente tenemos el resumen del método actual:

Tabla 28 Resumen de bimanual actual

	Actaul									
	Operación		Sostenimiento		Movimiento		Espera		Total	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Embocinado	10	7	0	1	0	0	3	5	13	13
Ajuste de Niples	5	7	0	0	0	0	2	0	7	7
Centrado	5	7	0	0	0	0	2	0	7	7
Llanta y Neumatico	7	7	1	1	0	0	1	1	9	9
Marcos	7	8	1	0	0	0	2	2	10	10
Manivela	14	14	10	4	0	0	1	7	25	25
Montaña E1	12	16	0	0	0	0	6	2	18	18
Montaña E2	10	10	0	0	0	0	0	0	10	10
Montaña E3	10	13	0	0	0	0	3	0	13	13
Montaña E4	3	4	0	0	0	0	1	0	4	4
Montaña E5	6	10	0	0	0	0	4	0	10	10
Playera E1	13	15	0	0	0	0	3	1	16	16
Playera E2	17	13	0	2	0	0	0	2	17	17
Playera E3	12	13	0	0	0	0	1	0	13	13
Playera E4	5	5	0	0	0	0	0	0	5	5
Asiento	7	9	1	0	0	0	1	0	9	9
Total	143	158	13	8	0	0	30	20	186	186

Fuente: Elaborado por investigador.

Tabla 29 Resumen de bimanual propuesto

Propuesto										
	Operación		Sostenimiento		Movimiento		Espera		Total	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
Embocinado	10	8	0	2	0	0	0	0	10	10
Ajuste de Niples	6	6	0	0	0	0	0	0	6	6
Centrado	6	6	0	0	0	0	0	0	6	6
Llanta y Neumatico	6	5	1	2	0	0	0	0	7	7
Marcos	6	7	1	0	0	0	0	0	7	7
Manivela	14	22	8	0	0	0	0	0	22	22
Montaña E1	14	14	0	0	0	0	0	0	14	14
Montaña E2	10	10	0	0	0	0	0	0	10	10
Montaña E3	11	11	0	0	0	0	0	0	11	11
Montaña E4	3	4	0	0	0	0	1	0	4	4
Montaña E5	8	8	0	0	0	0	0	0	8	8
Playera E1	13	13	0	0	0	0	0	0	13	13
Playera E2	15	15	0	0	0	0	0	0	15	15
Playera E3	13	13	0	0	0	0	0	0	13	13
Playera E4	5	5	0	0	0	0	0	0	5	5
Asiento	7	8	0	0	0	0	1	0	8	8
Total	147	155	10	4	0	0	2	0	159	159

Fuente: Elaborado por investigador.

Al analizar las tablas anteriores se puede observar que los bimanuales propuestos permiten las reducciones de operaciones, sostenimientos y esperas. Las esperas se ven reducidas en un 96%.

6.6 Medición de método de ensamble propuesto

Se decide realizar una toma de tiempos del método propuesto con ayuda de los operarios y supervisión de gerente de operaciones, con el fin de medir si realmente se ve beneficiado el proceso de ensamble. Se resumen los datos registrados en las siguientes tablas, iniciando con el ensamble del modelo de montaña 26.

Tabla 30 Medición de tiempos

Producción de Llantas			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Enraizados/Embocinado	22.91	3.43665	26.34765
Unión de aros con radio	83.34	12.50115	95.84215
Transporte	17.23	2.5839	19.8099
Socar Niples	63.22	9.4827	72.7007
Centrados	39.54	5.930535	45.467435
Transporte	26.72	4.0077	30.7257
Neumáticos/Llanta	74.68	11.2023	85.8843
Preparación de Marcos			

Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Añadir copas	24.302	3.6453	27.9473
Ajustar Horquilla	46.705	7.00575	53.71075
Ensamble de Manivelas			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Desarmar Eje Central	21.005	3.15075	24.15575
Colocar Eje Central	46.2	6.93	53.13
Colocar Manetas de Freno y Cambio	12.739	1.91085	14.64985
Colocar Puños	5.3	0.795	6.095
Socar Manetas	12.324	1.8486	14.1726
E1 Montaña 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Montar Bicicleta a Línea	19.542	2.9313	22.4733
Socar Plato	13.396	2.0094	15.4054
Ajustar Desviador	28.105	4.21575	32.32075
Incorporar Manivela	19.551	2.93265	22.48365
E2 Montaña 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Instalar cables	68.424	10.2636	78.6876
Rueda delantera	43.8037	6.570555	50.374255
E3 Montaña 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Instalar Cadena	42.011	6.30165	48.31265
Montar Rueda Trasera	20.842	3.1263	23.9683
Instala Patilla	15.191	2.27865	17.46965
Cableado	31.891	4.78365	36.67465
E4 Montaña 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Ajuste de Taquillos	83.503	12.52545	96.02845
Inspección de Cables	41.472	6.2208	47.6928
Ajuste de Cambios	49.253	7.38795	56.64095
E5 Montaña 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Tapones	20.497	3.07455	23.57155

Revisión de Cambios y Frenos	63.61	9.5415	73.1515
Revisión de Aros	15.63	2.3445	17.9745
Revisión de Manivela	21.554	3.2331	24.7871
Asientos			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Ensamble de asiento	19.536	2.9304	22.4664
Unión de asiento a bicicleta	58.804	8.8206	67.6246

Fuente: Elaborado por investigador

Los tiempos anteriores muestran que 1349 segundos es el tiempo de ciclo del ensamble para una bicicleta de montaña. Es decir, en 22.5 minutos se produce una bicicleta de montaña tamaño 26.

Tabla 31 Medición de tiempos

Producción de Llantas			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Enraizados/Embocinado	22.91	3.43665	26.34765
Unión de aros con radio	83.34	12.50115	95.84215
Transporte	17.23	2.5839	19.8099
Socar Niples	63.22	9.4827	72.7007
Centrados	39.54	5.930535	45.467435
Transporte	26.72	4.0077	30.7257
Neumáticos/Llanta	74.68	11.2023	85.8843
Preparación de Marcos			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Añadir copas	24.302	3.6453	27.9473
Ajustar Horquilla	46.705	7.00575	53.71075
Ensamble de Manivelas			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Desarmar Eje Central	21.005	3.15075	24.15575
Colocar Eje Central	46.2	6.93	53.13
Colocar Manetas de Freno y Cambio	12.739	1.91085	14.64985
Colocar Puños	5.3	0.795	6.095
Socar Manetas	12.324	1.8486	14.1726
E1 Playera 26			
Elementos	Tiempo	Suplementos	TT

	Básico	(15%)	
Guardabarros	16.246	2.4369	18.6829
Montar Bicicleta a Línea	21.05	3.1575	24.2075
Unión de horquilla y guardabarros	25.884	3.8826	29.7666
Plato	33.101	4.96515	38.06615
E2 Playera 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Cubre Cadenas	28.629	4.29435	32.92335
Guardabarros Trasero	34.897	5.23455	40.13155
Ensamble de Maletero	17.919	2.68785	20.60685
Colocar Maletero	13.413	2.01195	15.42495
E3 Playera 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Rueda delantera	25.54	3.8316	29.3756
Cadena	15.59	2.3388	17.9308
Rueda Trasera y Patilla	53.72	8.0577	61.7757
E4 Playera 26			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Manivela	45.937	6.89055	52.82755
Revisión de Aros:	14.8709	2.230635	17.101535
Revisión de Manivela	17.743	2.66145	20.40445
Asientos			
Elementos	Tiempo Básico	Suplementos (15%)	TT
Ensamble de asiento	19.536	2.9304	22.4664
Unión de asiento a bicicleta	58.804	8.8206	67.6246

Fuente: Elaborado por investigador

Los tiempos anteriores muestran que 1080 segundos es el tiempo ciclo del ensamble para una bicicleta playera. Es decir, en 17.9 minutos se produce una bicicleta playera tamaño 26.

La tabla siguiente muestra la producción esperada con los tiempos calculados.

Tabla 32 Tiempos estándar y producción

Bicicleta	Tiempo Estándar (m)	Producción Esperada
-----------	---------------------	---------------------

Montaña 26	22.5	304
Playera 26	18	380

Fuente: Elaborado por investigador

A los tiempos anteriores se le debe agregar los tiempos de transporte propuestos.

Tabla 33 Tiempos estándar y producción

Bicicleta	Tiempo Estándar (m)	Producción Esperada
Montaña 26 Propuesta	25	274
Player 26 Propuesta	21	326

Fuente: Elaborado por investigador

Los resultados anteriores demuestran que la producción incrementa con los métodos propuestos por los bimanuales y los nuevos métodos de transporte. La tabla siguiente nos permite comparar la producción propuesta contra la actual.

Tabla 34 Comparación tiempos estándar y producción

Bicicleta	Tiempo Estándar (m)	Producción Esperada
Montaña 26 Actual	28	244
Playera 26 Actual	24	285
Montaña 26 Propuesta	25	274
Player 26 Propuesta	21	326

Fuente: Elaborado por investigador.

La bicicleta de montaña aumenta su producción en un 12%, mientras que la bicicleta playera aumenta su producción en un 14%.

6.7 Propuesta de uso de indicadores

El uso de indicadores es de alto valor para la empresa, ya que con ayuda de estos se podrá evaluar el desempeño con que se está trabajando. La tabla siguiente ilustra el primer indicador propuesto, el cual tiene el fin de evaluar la producción diaria.

Tabla 35 Indicador de producción diaria

Indicador de producción de bicicletas diarias			
Propósito:	Medir la cantidad de bicicletas producidas al día		

Medición	Fórmula	Responsable	Frecuencia
Número de Bicicletas	Número de unidades producidas/(hora de conclusión - hora de inicio)	Operario	Diaria

Fuente: Elaborado por investigador

El diagrama siguiente muestra un indicador que pretende ayudar a la empresa medir si se está produciendo de acorde a lo programado.

Tabla 36 Indicador de producción programada

Indicador de producción obtenida y producción programada			
Propósito:	Medir la relación entre bicicletas producidas con la cantidad previamente programada.		
Medición	Formula	Responsable	Frecuencia
Número de Bicicletas	(Número de unidades producidas/Número de unidades programadas) * 100	Gerente de operaciones	Diaria

Fuente: Elaborado por investigador

6.8 Evaluación Económica

La empresa Cobicondor expresa que los ingresos que se reciben por ambos modelos de bicicleta es de aproximadamente 2000 colones por unidad vendida. Si se promedia la producción actual tomando en cuenta los modelos de bicicleta playera 26 y el modelo de bicicleta montaña 26 se da un total de 265 unidades, mientras que la producción propuesta da un promedio de 300 unidades. Esto quiere decir que la producción propuesta en promedio ofrece 35 unidades adicionales. Si se producen 35

unidades adicionales diarias al mes, esto equivale a 700 unidades adicionales. La tabla siguiente describe un análisis costo-beneficio en colones, con base en la producción propuesta y sus costos.

Tabla 37 Costo-Beneficio de la producción propuesta en colones

Costo - Beneficio						
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Implementación						
Distribución de planta	10000	0	0	0	0	0
Implementación Andon	525000	0	0	0	0	0
Implementación 5S	100000	50000	50000	50000	50000	50000
Estantes con Rodines	280000	0	0	0	0	0
Total	905000	50000	50000	50000	50000	50000
Unidades adicionales por mes	700	700	700	700	700	700
Ingresos por unidad	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Total	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000
Ingreso Acumulado	495000	1845000	3195000	4545000	5895000	7245000

Fuente: Elaborado por investigador

La tabla siguiente desglosa las inversiones requeridas.

Tabla 38 Inversiones en colones

Inversiones			
Cantidad	Detalle	Costo Unitario	Total
3	Andon	175000	525000
4	Estantes con rodines	70000	280000

Fuente: Elaborado por investigador

7 Capítulo VII Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

7.1.1 Situación actual

La situación que presenta la empresa en un inicio es la necesidad de incrementar la productividad, para así poder responder al creciente mercado y su demanda por los productos deportivos.

Por medio de la observación y el uso de las herramientas como el diagrama causa y efecto junto con el diagrama Pareto, se logró determinar y priorizar las actividades que no generan valor al proceso de ensamble. Estas actividades consisten principalmente en largos tiempos de transporte, ocasionales paros en la línea de ensamble y la falta de estandarización sobre las actividades de planta.

Mediante el estudio de tiempos se logró estimar un tiempo estándar de 28 minutos para la producción de una bicicleta de montaña y de 24 minutos para la producción de una bicicleta playera. El muestreo realizado evidencia que la planta opera a un 76% de su capacidad instalada.

Se determina que la distribución de planta podría incidir en mayor grado sobre el flujo productivo.

Se hizo evidente que la organización de la empresa carecía de métodos o herramientas con las cuales estudiar el proceso productivo. Se logró dar uso a herramientas como los diagramas de flujo, mediciones de tiempo, cursogramas y bimanuales, las cuales permitieron determinar las actividades que requerían de mayor tiempo, como por ejemplo las actividades de distribución de materiales y transportes de productos a línea.

7.1.2 Conclusión de propuesta

La utilización de dispositivos andon en las primeras tres estaciones de línea de ensamble permitirá a los operarios notificar la necesidad de reabastecimiento de materiales con anticipación sin necesidad de retrasarse en sus funciones. Además esto

contribuirá a evitar las incidencias de paro de línea, y permite a la empresa mantener un mejor rendimiento.

El uso continuo de un sistema de orden y limpieza, por ejemplo la herramienta de las 5S, facilitará la correcta distribución de materiales, la identificación de materiales, el alojamiento de materiales y evitará la necesidad de paros en la línea productiva.

La implementación de estantes con rodines y la distribución propuesta reduce los tiempos de transporte y permite a los operarios movilizar mayor cantidad de piezas sin necesidad de exigir mayor esfuerzo a su físico, y se logra mayor diligencia en sus tareas.

El uso de un método estandarizado sobre las actividades de ensamble, como lo es el propuesto por los bimanuales, facilitará el mantenimiento de un rendimiento deseado y facilitará el entrenamiento de futuros empleados sobre estas funciones.

Las propuestas planteadas permitirán a la empresa ensamblar un promedio de 35 unidades adicionales diarias; la bicicleta de montaña aumenta su producción en un 12% mientras que la bicicleta playera aumenta su producción en un 14%. El análisis costo-beneficio indica que la implementación de las propuestas tiene un costo de 1400000 colones, lo cual es retornable desde el primer mes de producción.

Los indicadores propuestos contribuyen a la estandarización y control sobre el rendimiento productivo. Con ayuda de estos se podrá evaluar el desempeño con el que se está trabajando diariamente y se podrá corregir de forma más temprana la aparición de un desperdicio en la producción.

7.2 Recomendaciones

Considerando la idea de estandarización como punto clave para el correcto funcionamiento y rendimiento de las actividades en Cobicondor, se recomienda que la empresa adopte esta ideología, y se utilice para analizar los demás modelos y productos que se elaboran en la empresa.

Se sugiere que la organización utilice continuamente el estudio de métodos y estudio de tiempos, tanto para los procesos productivos como para los transportes y el

resto de actividades que la empresa emprenda. La adaptación de tales técnicas como hábito promoverá la mejora continua.

Se induce a la organización adoptar el hábito de capacitación de operarios con el fin de elevar sus habilidades operativas. Junto con lo anterior, las capacitaciones facilitarán el mantenimiento de un proceso estandarizado y libre de desperdicios.

Es recomendado que la empresa profundice la importancia del orden y la limpieza. Se sugiere dar seguimiento constante al propuesto de las 5S, de esta forma se reducirán las búsquedas de materiales, se tendrá mayor orden y se trabajará bajo condiciones de trabajo de mayor agrado.

Se promueve el uso contante de indicadores, de esta forma habrá mayor monitoreo y control sobre las producciones que se den a diario. El uso de tales permitirá conocer un desperdicio cuando este ocurra y brindar los esfuerzos para solventar este de manera más rápida.

8 Bibliografía

Base Tecnológico de Madrid. "Página De Prueba De Master Page." *Madrid*, www.madrimasd.org/emprendedores/servicios_emprendedores/guia_autoevaluacion/etapa1/concepto.aspx.

Charles Hill, Gareth. (2009). *Administración. Planificación estratégica. Strategic planning*. Estados Unidos: McGraw-Hill Interamericana.

Franklin Fincowsky Enrique Benjamín. (1999). *Organización de empresas: análisis, diseño y estructura*. USA: McGraw-Hill.

Frank Grima, Richard Chua y Joseph Defeo (5ed). (2007). *Análisis y planeación de la calidad. Método Juran (5a. ed.)*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Ginés de Rus Mendoza. (2008.). *ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE POLITICAS Y PROYECTOS DE INVERSION* . Barcelona: ARIEL.

Groover, Mikell P. (January 2007). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3a. ed.)*. España: McGraw-Hill España.

Hodson, William (1991). *Manual del Ingeniero Industrial*. McGraw-Hill. Estados Unidos.

Organización Internacional del Trabajo. (1996)- *Introducción al Estudio del Trabajo*. OIT, Ginebra.

Niebel, BN (2012). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*, McGraw-Hill Interamericana.

Pulido Gutiérrez, Humberto. (January 2014). *Calidad y productividad* (4a. ed.). USA: McGraw-Hill Interamericana.

Sebashtian Walter Stachú. (2009). *Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa*. EEUU: El Cid Editor.

Manuel Rajadell Carreras. (2009). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. EEUU: Ediciones Díaz de Santos.

Baca Urbina, Gabriel. (2010). *Evaluación de proyectos* (6a. ed.). EEUU: McGraw-Hill Interamericana.

9 Anexos

Anexo 3 – Toma de tiempos – Producción de ruedas

Estudio de Tiempos														
Departamento:	Producción													
Operación:	Producción de Llantas													
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total (s)	Total (Min)	Promedio
1	Enraizados/Embocinado	23.32	27.89	20.46	30.16	25.8	26.14	32.83	24.56	26.17	31.45	268.78	4.480	26.88
2	Unión de aros con radio	108.14	120.25	91.62	83.15	87.8	92.4	84.72	87.22	81.29	95.73	932.32	15.539	93.23
3	Transporte	15.67	24.85	30.49	20.74	27.4	21.34	24.27	20.89	25.47	23.96	235.08	3.918	23.51
4	Socar Niples	87.446	40.78	37.65	61.67	76.34	50.32	84.28	93.48	85.23	56.82	674.02	11.234	67.40
5	Centrados	45.22	42.33	23.45	32.18	48.92	37.81	29.92	44.41	36.89	48.64	389.77	6.496	38.98
6	Transporte	24.92	32.67	27.58	34.72	33.86	25.83	35.22	35.96	27.59	29.53	307.88	5.131	30.79
7	Neumáticos/Llanta	82.6	86.52	91.58	87.39	79.73	96.38	84.82	81.28	85.57	82.49	858.36	14.306	85.84
Total												3666.21	61.103	

Anexo 4 – Toma de tiempos – Preparación de Marcos

Estudio de Tiempos														
Departamento:	Producción													
Operación:	Preparación de Marcos													
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Añadir copas	27.67	22.38	28.45	24.63	22.82	21.17	19.29	24.62	27.57	26.73	245.33	4.089	24.53
2	AjustarHorquilla	46.28	49.26	53.29	52.28	46.82	49.92	51.13	55.2	49.29	64.2	517.67	8.628	51.77
Total												763.00	12.717	

Anexo 5 – Toma de tiempos – Ensamble de manivelas

Estudio de Tiempos														
Departamento:	Producción													
Operación:	Ensamble de Manivelas													
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Desarmar Eje Central	20.19	21.56	19.26	20.54	22.86	18.43	21.06	20.64	20.57	19.79	204.90	3.415	20.49
2	Colocar Eje Central	45.97	42.69	53.97	41.06	52.93	54.08	62.69	48.97	46.98	47.96	497.30	8.288	49.73
3	Colocar Manetas de Freno	12.33	11.67	12.49	13.18	14.86	11.35	12.48	13.97	11.28	12.74	126.35	2.106	12.64
4	Colocar Puños	5.73	5.24	4.79	4.29	5.29	6.12	5.29	4.82	5.92	5.01	52.50	0.875	5.25
5	Socar Manetas	12.83	10.37	14.97	13.69	12.48	13.47	12.7	12.04	15.83	13.96	132.34	2.206	13.23
Total												1013.39	16.890	

Anexo 6 – Toma de tiempos – E1 Montaña 26

Estudio de Tiempos														
Departamento:		Producción												
Operacion:		E1 Montaña 26												
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Montar Bicicleta a Linea	19.24	21.3	22.37	19.34	18.4	20.36	19.63	17.28	22.33	18.76	199.01	3.317	19.90
2	Socar Plato	14.78	15.38	14.38	13.78	12.339	16.73	15.29	13.68	15.27	14.83	146.46	2.441	14.65
3	Ajustar Desviador	31.75	45.28	34.28	37.94	33.74	30.84	27.39	35.8	32.38	31.84	341.24	5.687	34.12
4	Incorporar Manivela	20.34	22.47	23.48	22.48	20.31	25.28	28.39	24.3	26.4	19.88	233.33	3.889	23.33
											Total	920.04	15.334	

Anexo 7 – Toma de tiempos – E2 Montaña 26

Estudio de Tiempos														
Departamento:		Producción												
Operacion:		E2 Montaña 26												
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Instalar cables	67.48	65.28	63.28	71.28	66.04	72.4	66.32	65.04	67.38	67.89	672.39	11.207	67.24
2	Rueda delantera	44.79	50.38	40.83	47.28	53.73	44.92	47.34	42.58	48.39	47.49	467.73	7.796	46.77
											Total	1140.12	19.002	

Anexo 8 – Toma de tiempos – E3 Montaña 26

Estudio de Tiempos														
Departamento:		Producción												
Operacion:		E3 Montaña 26												
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Instalar Cadena	41.13	42.32	41.62	43.98	45.47	42.49	41.44	40.49	44.58	43.59	427.11	7.119	42.71
2	Montar Rueda Trasera	21.57	20.18	22.13	19.3	21.84	20.74	21.47	22.38	24.48	26.49	220.58	3.676	22.06
3	Instala Patilla	15.93	17.39	15.39	14.29	14.37	15.49	14.87	16.38	17.27	15.48	156.86	2.614	15.69
4	Cableado	31.75	34.58	33.47	29.46	30.17	31.58	32.48	33.57	34.56	36.48	328.10	5.468	32.81
											Total	1132.65	18.878	

Anexo 9 – Toma de tiempos – E4 Montaña 26

Estudio de Tiempos														
Departamento:		Producción												
Operacion:		E4 Montaña 26												
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Ajuste de Taquillos	83.48	88.37	80.37	78.38	90.39	86.37	85.37	94.47	77.37	83.46	848.03	14.134	84.80
2	Inspeccion de Cables	39.08	42.68	38.33	43.41	42.58	41.4	40.92	39.4	35.58	41.38	404.76	6.746	40.48
3	Ajuste de Cambios	50.67	48.82	52.47	49.37	48.23	51.28	53.57	47.28	48.25	49.46	499.40	8.323	49.94
											Total	1752.19	29.203	

Anexo 10 – Toma de tiempos – E5 Montaña 26

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Numero:														
Departamento:		Producción												
Operacion:		E5 Montaña 26												
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Tapones	19.21	20.03	22.38	24.04	18.28	20.48	19.26	21.29	18.39	22.3	205.66	3.428	20.57
2	Revisión de Cambios y Fren	63.85	62.58	64.37	65.3	62.3	66.38	74.49	63.49	61.49	63.49	647.74	10.796	64.77
3	Revisión de Aros	15.39	15.29	14.5	15.6	17.4	16.49	18.4	16.39	16.5	15.39	161.35	2.689	16.14
4	Revisión de Manivela	24.29	23.47	25.3	18.3	20.3	17.3	22.3	19.3	24.49	24.99	220.04	3.667	22.00
											Total	1234.79	20.580	

Anexo 11 – Toma de tiempos – E1 Playera 26

Estudio de Tiempos														
Departamento:		Producción												
Operacion:		E1 Playera 26												
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Guardabarros	17.2	15.2	16.3	18.39	19.38	18.62	16.83	15.29	16.71	14.28	168.20	2.803	16.82
2	Montar Bicicleta a Linea	20.48	19.28	18.3	20.3	21.63	18.85	19.52	21.74	18.21	23.01	201.32	3.355	20.13
3	Union de horquilla y guarda	29.73	30.49	27.49	32.08	31.47	26.83	29.61	27.49	30.03	28.51	293.73	4.896	29.37
4	Plato	35.92	33.04	37.89	39.28	30.48	40.81	36.4	35.28	33.06	34.28	356.44	5.941	35.64
											Total	1019.69	16.995	

Anexo 12 – Toma de tiempos – E2 Playera 26

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Numero:		1												
Departamento:		Producción												
Operacion:		E2 Playera 26												
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Cubre Cadenas	28.22	30.92	27.85	29.53	33.59	31.06	30.52	29.3	27.59	30.58	299.16	4.986	29.92
2	Guardabarros Trasero	35.47	33.28	32.49	37.89	39.28	34.28	36.25	35.92	36.49	36.1	357.45	5.958	35.75
3	Ensamble de Maletero	18.28	19.27	17.38	21.39	20.39	19.38	19.26	19.38	22.39	22.3	199.42	3.324	19.94
3	Colocar Maletero	12.83	13.29	11.43	14.59	15.29	10.38	11.22	16.49	11.94	9.65	127.11	2.119	12.71
											Total	983.14	16.386	

Anexo 13– Toma de tiempos – E3 Playera 26

Estudio de Tiempos														
Departamento:	Producción													
Operación:	E3 Playera 26													
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Rueda delantera	28.3	26.38	25.73	30.08	29.38	31.48	32.47	26.84	33.72	30.58	294.96	4.916	29.50
2	Cadena	15.72	16.29	13.49	14.92	15.83	16.93	14.89	15.03	15.29	12.39	150.78	2.513	15.08
3	Rueda Trasera y Patilla	58.53	68.25	50.29	55.29	62.94	59.2	61.24	59.69	62.49	57.8	595.72	9.929	59.57
												Total	1041.46	17.358

Anexo 14 – Toma de tiempos – E4 Playera 26

Estudio de Tiempos														
Departamento:	Producción													
Operación:	E4 Playera 26													
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Manivela	46.29	53.18	50.27	45.29	52.05	51.26	57.29	50.13	49.28	47.28	502.32	8.372	50.23
2	Revisión de Aros:	12.33	14.78	13.98	16.29	12.35	17.04	19.36	15.38	14.04	16.02	151.57	2.526	15.16
3	Revisión de Manivela	18.29	17.29	16.2	19.45	20.83	18.35	22.39	18.37	19.37	20.39	190.93	3.182	19.09
												Total	844.82	14.080

Anexo 15 – Toma de tiempos – Asientos

Estudio de Tiempos														
Departamento:	Producción													
Operación:	Asientos													
#	Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Ensamble de asiento	19.32	21.39	17.34	19.27	19.4	23.31	22.42	25.38	18.39	21.53	207.75	3.463	20.78
2	Unin de asiento a bicicleta	64.02	55.28	62.94	59.29	58.92	65.2	74.02	59.69	65.22	58.53	623.11	10.385	62.31
												Total	830.86	13.848

Anexo 16 – Bimanual del proceso productivo de Embocinado

Diagrama Bimanual Actual - Embocinado y Union de Radios											
Método:				Diagrama # 1				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Operación 			10	7							
Sostenimiento 				1							
Movimiento 											
Espera 			3	5							
Totales			13	13							
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Toma Aro									Inactiva		
Inactiva									Ajusta Eje (Sosten)		
Inserta Aro									Inserta Aro		
Inactiva									Toma Bocina		
Inactiva									Ajusta bocina al eje		
Toma taladro									Inactiva		
Selecciona Niple									Inactiva		
Posiciona Niple									Inactiva		
Posiciona Taladro									Selecciona Radio		
Utiliza el taladro									Sostiene Radio		
Suelta Taladro									Inactiva		
Sujeta Aro									Sujeta Aro		
Dispone Junto a estacion									Dispone Junto a estacion		

Anexo 17 – Bimanual del proceso productivo de Ajuste de Niples

Diagrama Bimanual Actual - Ajuste de Niples											
Método:				Diagrama # 2				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Actividad:		Operación 	5	7							
Compuesto por:		Sostenimiento 									
		Movimiento 									
		Espera 	2								
		Totales	7	7							
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Ajusta Maquina Inactiva									Ajusta Maquina Toma Aro		
Ajusta Aro a Maquina									Ajusta Aro a Maquina		
Gira/Detiene Aro									Ajusta Niple		
Ajusta Maquina Toma Aro									Ajusta Maquina Toma Aro		
Dispone Aro									Dispone Aro		

Anexo 19 – Bimanual del proceso productivo de Llantas y Neumáticos

Diagrama Bimanual Actual - Llanta y Neumatico										
Método:			Diagrama # 4				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN								
		Actividad	Actual		Propuesto		Economía			
			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.		
Actividad:		Operación 	7	7						
Compuesto por:		Sostenimiento 	1	1						
		Movimiento 								
		Espera 	1	1						
		Totales	9	9						
SIMBOLO										
Descripción Mano Izquierda										Descripción Mano Derecha
Inactiva										Toma aro
Toma llanta										Pone aro en mesa
Sostiene llanta										Inserta aro en llanta
Estira llanta										Sotien aro
Acomoda aro en llanta										Acomoda aro en llanta
Suelta llanta										Suelta llanta
Toma neumatico										Inactiva
Inserta neumarico en llanta										Inserta neumatico en llanta
Dispone de pieza										Dispone de pieza

Anexo 20 – Bimanual de proceso productivo de Marcos

Diagrama Bimanual Actual - Marcos											
Método:			Diagrama # 5				HOJA 1 DE 1				
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Operación			7	8							
Sostenimiento			1								
Movimiento											
Espera			2	2							
Totales			10	10							
Compuesto por:											
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Se toma horquilla										Inactiva	
Posiciona horquilla										Toma Copas	
Sostien horquilla										Inserta Copas	
Asegura copa en su lugar										Asegura copa en su lugar	
Inserta horquilla en marco										Inserta horquilla en maro	
Toma tapón										Inactiva	
Inserta tapon										Sostiene horquilla	
Gira horquilla										Gira horquilla	
Inactiva										Toma herramineta	
Inactiva										Ajusta marco y horquilla	

Anexo 21 – Bimanual de proceso productivo de manivelas

Diagrama Bimanual Actual - Manivela											
Método:		Diagrama # 6			HOJA 1 DE 1						
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Operación 			14	14							
Sostenimiento 			10	4							
Movimiento 											
Espera 			1	7							
Totales			24	25							
Compuesto por:											
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Toma Eje										Inactiva	
Pisiciona Eje										Toma taladro	
Sotiene Eje										Desatornilla	
Dispoen elementos										Dispone taladro	
Toma Manivela										Inactiva	
Coloca manivela sobre eje										Toma Platilla	
Inactiva										Coloca platilla	
Toma tornillo										Incativa	
Coloca tornillo										Incativa	
Toma tornillo										Inactiva	
Coloca tornillo										Inactiva	
Sostiene manivela										Tomar taladro	
Sostiene manivela										Utiliza Taladro	
Toma maneta izquierda										Sostine manivela	
Inserta maneta izquierda										Sostine manivela	
Sostiene manivela										Toma maneta derecha	
Sostiene manivela										Inserta maneta derecha	
Toma puño izquierdo										Sostine manivela	
Inserta puño izquierdo										Sostine manivela	
Sostiene manivela										Toma puño derecho	
Sostiene manivela										Inserta puño derecho	
Sostiene manivela										Toma taladro	
Sostiene manivela										Atornilla maneta izquierda	
Sostiene manivela										Atornilla maneta derecha	
Dispone pieza										Dispone pieza	

Anexo 24 – Bimanual de línea productiva montaña 26 E3

Diagrama Bimanual Actual - Montaña E3										
Método:				Diagrama # 9				HOJA 1 DE 1		
Actividad:		RESUMEN								
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía		
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.		
Operación 			10	13						
Sostenimiento 										
Movimiento 										
Espera 			3							
Totales			13	10						
Compuesto por:										
SIMBOLO										
Descripción Mano Izquierda										Descripción Mano Derecha
Toma Cadena										Toma Cadena
Instala Cadena										Instala Cadena
Sujeta Cadena										Toma herramienta
Ajusta Cadena										Ajusta Cadena
Inactiva										Dispone herramienta
Toma rueda										Toma rueda
Monta rueda										Monta rueda
Inactiva										Toma patilla
Coloca patilla										Coloca patilla
Inactiva										Toma taladro
Sujeta rueda										Ajusta rueda y patilla
Toma Cables										Toma cables
Ajusta cableado										Ajusta cableado

Anexo 26 – Bimanual de línea productiva montaña 26 E1

Diagrama Bimanual Actual - Montaña E5											
Método:				Diagrama # 11				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
									Compuesto por:		Operación 
		Sostenimiento 									
		Movimiento 									
		Espera 	4								
		Totales	10	10							
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Inactiva										Toma tapo izquierdo	
Inactiva										Inserta Tapon	
Inactiva										Toma tapo derecho	
Inactiva										Inserta Tapon	
Sostiene marco										Toma herramienta	
Sostiene marco										Ajusta Tapones	
Verifica cambios										Verifica cambios	
Verifica frenos										Verifica frenos	
Revisión de Aro										Revisión de Aro	
Rota manivela										Rota manivela	

Figura 27 Bimanual Actual

Anexo 27 – Bimanual de línea productiva playera26 E1

Diagrama Bimanual Actual - Playera E1											
Método:			Diagrama # 12				HOJA 1 DE 1				
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad	Actual		Propuesto		Economía				
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Operación			13	15							
Sostenimiento											
Movimiento											
Espera			3	1							
Totales			16	16							
Compuesto por:											
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Toma marco										Toma marco	
Monta marco a banda										Monca marco a banda	
Toma guarda barro										Toma guarda barro	
monta guarda barro										monta guarda barro	
Inactiva										Toma varilla y tornillos	
Posiciona tornillo										Posiciona Varilla	
Inactiva										Toma varilla y tornillos	
Posiciona tornillo										Posiciona Varilla	
Sujeta horquilla										Toma taladro	
Sujeta horquilla										Ajusta Varillas	
Toma Plato										Inactiva	
Inserta Plato										Sujeta marco	
Inactiva										Toma cierre de plato	
Sostiene horquilla										Inserta cierre	
Sujeta horquilla										Toma taladro	
Sjeta horquilla										Ajusta plato y cierre	

Anexo 29 – Bimanual de línea productiva playera26 E3

Diagrama Bimanual Actual - Playera E3											
Método:				Diagrama # 12				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
Actividad:		Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.		
Operación 		12	13								
Sostenimiento 											
Movimiento 											
Espera 		1									
Totales		13	13								
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Toma rueda										Toma rueda	
Sujeta rueda										Toma taladro	
Sujeta rueda										Ajusta rueda	
Toma cadena										Toma cadena	
Instala cadena										Instala cadena	
Sujeta cadena										Toma herramienta	
Ajusta cadena										Ajusta cadena	
Inactiva										Dispone herramienta	
Gira marco										Gira marco	
Toma rueda										Toma rueda	
Monta rueda										Monta Rueda	
Sujeta rueda										Toma talador	
Sujeta rueda										Soca rueda	

Anexo 30 – Bimanual de línea productiva playera26 E4

Diagrama Bimanual Actual - Playera E4														
Método:					Diagrama # 12			HOJA 1 DE 1						
Actividad:					RESUMEN									
					Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
					Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.				
Actividad:					Operación		5	5						
Compuesto por:					Sostenimiento									
					Movimiento									
					Espera									
					Totales		5	5						
					SIMBOLO									
Descripción Mano Izquierda													Descripción Mano Derecha	
Monta manivela al marco												Monta manivela al marco		
Sujeta manivela												Toma Taladro		
Sujeta Manivela												Soca manivela al marco		
Gra aro												Gira aro		
Gira Manivela												Gira manivela		

Anexo 31 – Bimanual de proceso productivo de asientos

Diagrama Bimanual Actual - Asiento											
Método:				Diagrama # 12				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Operación			7	9							
Sostenimiento			1								
Movimiento											
Espera			1								
Totales			9	9							
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Toma asiento Inactiva										Toma asiento	
Sostiene asiento										Toma taladro	
Toma platilla										Soca tornillos	
Coloca Platilla										Toma platilla	
Toma tornillos										Coloca platilla	
Coloca tornillos										Toma tornillos	
Sostiene marco										Coloca tornillos	
Sostiene marco										Toma taladro	
										Soca tornillos	

Anexo 32 – Toma de tiempos – Propuesta de producción de ruedas

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Num	1													
Departamento:	Produccion													
Operacion:	Produccion de Llantas													
#	Descrpcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total (s)	Total (Min)	Promedio
1	Enraizados/E	25.44	21.38	22.33	20.42	23.89	22.83	25.25	22.45	21.64	23.48	229.11	3.819	22.91
2	Unión de arc	84.72	82.48	81.92	84.13	83.92	81.92	84.29	85.42	81.41	83.2	833.41	13.890	83.34
3	Transporte	16.45	19.38	18.48	15.63	16.34	15.38	19.97	17.48	14.53	18.62	172.26	2.871	17.23
4	Socar Niples	63.89	59.29	65.12	52.84	68.81	66.83	68.82	61.93	67.93	56.72	632.18	10.536	63.22
5	Centrados	46.83	44.83	40.28	31.84	37.73	40.28	36.29	38.179	40.82	38.29	395.37	6.589	39.54
6	Transporte	25.84	27.53	24.82	28.82	29.48	26.82	28.73	25.83	25.93	23.38	267.18	4.453	26.72
7	Neumáticos/	73.92	70.73	73.38	71.82	79.23	74.82	77.82	78.92	71.36	74.82	746.82	12.447	74.68
											Total	3276.33	54.605	

Anexo 33 – Toma de tiempos – Propuesta de ensamble de marcos

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Num	1													
Departamento:	Produccion													
Operacion:	Preparacion de Marcos													
#	Descripcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Añadir copas	25.83	23.83	24.84	25.93	23.84	22.33	25.39	20.49	24.72	25.82	243.02	4.050	24.30
2	AjustarHorqu	46.82	47.28	45.39	44.28	47.93	48.39	44.38	45.84	47.91	48.83	467.05	7.784	46.71
											Total	710.07	11.835	

Anexo 34 – Toma de tiempos – Propuesta de ensamble de manivelas

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Num	1													
Departamento:	Produccion													
Operacion:	Ensamble de Manivelas													
#	Descrpcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Desarmar Eje	19.73	20.83	20.69	21.83	19.72	20.82	21.04	22.83	21.83	20.73	210.05	3.501	21.01
2	Colocar Eje C	46.83	47.82	46.4	46.92	45.83	43.84	44.82	46.93	47.72	44.89	462.00	7.700	46.20
3	Colocar Man	11.83	12.84	14.84	12.94	11.73	13.83	11.73	14.38	10.89	12.38	127.39	2.123	12.74
4	Colocar Puñ	4.73	5.82	4.39	5.38	5.29	5.82	5.52	5.61	5.72	4.72	53.00	0.883	5.30
5	Socar Manet	10.34	11.83	13.84	12.82	12.92	11.27	11.73	13.72	12.49	12.28	123.24	2.054	12.32
											Total	975.68	16.261	

Anexo 35 – Toma de tiempos – Propuesta E1 montaña 26

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Numé	1													
Departamento:	Produccion													
Operacion:	E1 Montaña 26													
#	Descrpcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Montar Bicie	20.38	20.49	18.37	17.39	20.74	21.38	18.82	19.38	20.29	18.18	195.42	3.257	19.54
2	Socar Plato	12.83	13.39	13.93	12.83	13.58	14.28	12.38	14.29	13.48	12.97	133.96	2.233	13.40
3	Ajustar Desv	27.72	29.48	26.74	29.74	26.49	28.39	29.34	27.75	28.47	26.93	281.05	4.684	28.11
4	Incorporar M	18.29	19.37	20.38	18.46	19.39	19.62	19.93	20.82	19.37	19.88	195.51	3.259	19.55
												Total	805.94	13.432

Anexo 36 – Toma de tiempos – Propuesta E2 montaña 26

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Numé	1													
Departamento:	Produccion													
Operacion:	E2 Montaña 26													
#	Descrpcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Instalar cable	66.8	67.93	69.37	68.3	69.26	68.2	69.46	67.29	69.39	68.24	684.24	11.404	68.42
2	Rueda delan	42.92	43.29	40.927	43.17	45.28	46.82	41.49	44.93	42.29	46.92	438.04	7.301	43.80
												Total	1122.28	18.705

Anexo 37 – Toma de tiempos – Propuesta E3 montaña 26

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Numé	1													
Departamento:	Produccion													
Operacion:	E3 Montaña 26													
#	Descrpcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Instalar Cade	40.28	41.37	42.94	41.48	43.82	41.62	42.84	39.73	43.19	42.84	420.11	7.002	42.01
2	Montar Rued	21.73	20.89	21.63	19.83	20.37	19.37	20.39	21.76	18.83	23.62	208.42	3.474	20.84
3	Instala Patilla	14.93	15.28	14.92	16.32	15.83	15.95	14.35	13.48	15.93	14.92	151.91	2.532	15.19
4	Cableado	32.84	32.39	31.84	33.49	30.74	30.46	30.93	33.45	29.83	32.94	318.91	5.315	31.89
												Total	1099.35	18.323

Anexo 38 – Toma de tiempos – Propuesta E4 montaña 26

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Num	1													
Departamento:	Produccion													
Operacion:	E4 Montaña 26													
#	Descrpcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Ajuste de Ta	82.83	85.33	82.48	82.44	84.94	83.85	84.82	83.59	80.47	84.28	835.03	13.917	83.50
2	Inspeccion d	41.48	41.8	42.29	41.38	39.95	41.98	39.42	42.74	43.74	39.94	414.72	6.912	41.47
3	Ajuste de Ca	47.83	50.28	51.48	48.38	46.39	50.38	51.94	48.74	47.82	49.29	492.53	8.209	49.25
												Total	1742.28	29.038

Anexo 39 – Toma de tiempos – Propuesta E5 montaña 26

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Num	1													
Departamento:	Produccion													
Operacion:	E5 Montaña 26													
#	Descrpcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Tapones	20.84	19.38	20.73	21.56	20.74	19.27	21.38	19.47	20.3	21.3	204.97	3.416	20.50
2	Revision de C	64.38	62.49	63.84	64.86	61.94	62.58	65.94	64.34	65.39	60.34	636.10	10.602	63.61
3	Revision de A	16.03	14.93	15.02	15.01	16.84	15.73	16.7	15.39	14.73	15.92	156.30	2.605	15.63
4	Revision de N	22.48	21.98	23.84	21.49	19.39	20.94	22.48	20.38	19.73	22.83	215.54	3.592	21.55
												Total	1212.91	20.215

Anexo 40 – Toma de tiempos – Propuesta E1 playera 26

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Num	1													
Departamento:	Produccion													
Operacion:	E1 Playera 26													
#	Descrpcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Guardabarro	16.93	16.38	15.89	16.38	15.73	16.83	14.83	17.17	15.93	16.39	162.46	2.708	16.25
2	Montar Bici	18.39	21.5	22.48	18.49	20.43	19.59	21.68	23.53	21.57	22.84	210.50	3.508	21.05
3	Union de hor	26.84	25.32	27.47	24.83	26.92	24.82	25.93	24.84	26.95	24.92	258.84	4.314	25.88
4	Plato	32.84	33.59	31.73	35.84	30.85	33.74	35.8	32.83	31.85	31.94	331.01	5.517	33.10
												Total	962.81	16.047

Anexo 41 – Toma de tiempos – Propuesta E2 playera 26

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Numé		1												
Departamento:		Produccion												
Operacion:		E2 Playera 26												
#	Descrpcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Cubre Caden	26.83	26.4	29.48	30.84	31.93	33.82	28.94	20.74	29.83	27.48	286.29	4.772	28.63
2	Guardabarro	36.94	35.93	34.66	33.84	36.29	32.94	34.89	35.69	32.94	34.85	348.97	5.816	34.90
3	Ensamble de	17.84	18.83	19.93	18.38	16.48	17.03	17.39	16.39	19.38	17.54	179.19	2.987	17.92
3	Colocar Male	14.83	12.49	13.96	15.83	14.7	13.49	12.85	13.94	12.39	9.65	134.13	2.236	13.41
											Total	948.58	15.810	

Anexo 42 – Toma de tiempos – Propuesta E3 playera 26

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Numé		1												
Departamento:		Produccion												
Operacion:		E3 Playera 26												
#	Descrpcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Rueda delant	24.84	23.94	24.79	26.48	27.47	24.49	26.59	23.96	25.93	26.95	255.44	4.257	25.54
2	Cadena	14.85	15.37	16.83	13.95	16.94	15.63	14.86	16.73	15.83	14.93	155.92	2.599	15.59
3	Rueda Trase	53.38	52.43	51.49	52.38	53.52	54.94	52.94	53.49	57.59	55.02	537.18	8.953	53.72
											Total	948.54	15.809	

Anexo 43 – Toma de tiempos – Propuesta E4 playera 26

Estudio de Tiempos														
Estudio de Metodos Numé		1												
Departamento:		Produccion												
Operacion:		E4 Playera 26												
#	Descrpcion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	Total (Min)	Promedio
1	Manivela	42.94	43.92	48.94	43.94	46.84	44.98	49.36	47.92	46.59	43.94	459.37	7.656	45.94
2	Revision de A	13.84	14.59	15.38	14.5	13.94	15.83	16.339	13.95	15.39	14.95	148.71	2.478	14.87
3	Revision de N	17.93	16.93	18.4	18.43	18.74	17.03	19.73	16.83	17.49	15.92	177.43	2.957	17.74
											Total	785.51	13.092	

Anexo 45 – Bimanual propuesto embocinado y unión de aros

Diagrama Bimanual Propuesto - Embocinado y Union de Radios										
Método:				Diagrama #1				HOJA 1 DE 1		
Actividad:		RESUMEN								
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía		
			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.		
Actividad:		Operación 	10	8						
Compuesto por:		Sostenimiento 		2						
		Movimiento 								
		Espera 								
Totales			10	10						
SIMBOLO										
Descripción Mano Izquierda										Descripción Mano Derecha
Toma Aro										Ajusta Eje
Inserta Aro										Inserta Aro
Toma taladro										Toma Bocina
Selecciona Niple										Ajusta bocina al eje
Posiciona Niple										Selecciona Radio
Posiciona Taladro										Sostener Radio en Posicion
Utiliza el taladro										Sostener Radio
Suelta Taladro										Sujeta Aro
Sujeta Aro										Sujeta Aro
Dispone junto a estacion										Dispone junto a estacion

Anexo 46 – Bimanual ajuste de niples

Diagrama Bimanual Propuesto - Ajuste de Niples											
Método:				Diagrama #				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Actividad:		Operación 	6	6							
Compuesto por:		Sostenimiento 									
		Movimiento 									
		Espera 									
		Totales	6	6							
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Ajusta Maquina										Toma Aro	
Ajusta Aro a Maquina										Ajusta Aro a Maquina	
Gira/Detiene Aro										Ajusta Niple	
Ajusta Maquina										Ajusta Maquina	
Toma Aro										Toma Aro	
Dispone Aro										Dispone Aro	

Anexo 47 – Bimanual propuesto centrado

Diagrama Bimanual Propuesto - Centrado										
Método:				Diagrama # 3				HOJA 1 DE 1		
Actividad:		RESUMEN								
		Actividad	Actual		Propuesto		Economía			
			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.		
Actividad:		Operación 	6	6						
Compuesto por:		Sostenimiento 								
		Movimiento 								
		Espera 								
		Totales	6	6						
		SIMBOLO								
Descripción Mano Izquierda										Descripción Mano Derecha
Ajusta Maquina										Toma Aro
Ajusta Aro a Maquina										Ajusta Aro a Maquina
Gira/Detiene Aro										Endereza Aro
Ajusta Maquina										Ajusta Maquina
Toma Aro										Toma Aro
Dispone Aro										Toma aro nueva

Anexo 49 – Bimanual propuesto Marcos

Diagrama Bimanual Propuesto - Marcos										
Método:				Diagrama # 5				HOJA 1 DE 1		
Actividad:		RESUMEN								
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía		
			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.		
Actividad:		Operación 	6	7						
Compuesto por:		Sostenimiento 	1							
		Movimiento 								
		Espera 								
		Totales	7	7						
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha
										
Se toma Horquilla									Toma Copas	
Posiciona Horquilla									Inserta Copas	
Asegura copa en su lugar									Asegura copa en su lugar	
Toma tapon									Inserta horquilla en marco	
Inserta Tapon									Sostiene horquilla	
Gira horquilla									Toma herramienta	
Sostine Marco									Ajusta marco y horquilla	

Anexo 50 – Bimanual propuesto manivela

Diagrama Bimanual Propuesto - Manivela											
Método:				Diagrama # 6				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Operación 			14	22							
Sostenimiento 			8								
Movimiento 											
Espera 											
Totales			22	22							
Compuesto por:											
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Toma Eje										Toma Taladro	
Pisiciona/Sostiene Eje										Desatornilla	
Dispoen elementos										Dispone taladro	
Toma Manivela										Toma platilla	
Coloca manivela sobre eje										Coloca platilla	
Toma tonillo										Toma tonillo	
Coloca tornillo										Coloca tornillo	
Toma tonillo										Toma tonillo	
Coloca tornillo										Coloca tornillo	
Sostiene manivela										Toma taladro	
Sostiene manivela										Atornilla	
Toma maneta izquierda										Toma maneta derecha	
Iserta maneta izquierda										Iserta maneta derecha	
Toma puño izquierdo										Toma puño derecho	
Iserta puño izquierdo										Iserta puño derecho	
Sostiene manivela										Toma taladro	
Sostiene manivela										Atornilla maneta izquierda	
Sostiene manivela										Atornilla maneta derecha	
Sostiene manivela										Toma Taladro	
Sostiene manivela										Taladra maneta izquierda	
Sostiene manivela										Taladra maneta derecha	
Dispone pieza										Dispone pieza	

Anexo 51 – Bimanual propuesto línea de ensamble E1 montaña

Diagrama Bimanual Propuesto - Montaña E1											
Método:				Diagrama # 7				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Operación			14	14							
Sostenimiento											
Movimiento											
Espera											
Totales			14	14							
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Toma marco										Toma marco	
Monta marco a banda										Monca marco a banda	
Toma cirre de plato										Toma plato	
Coloca cierre										Coloca plato	
Sujeta cierre										Toma taladro	
Suejeta cierre										Ajusta plato	
Toma desviador										Toma tornillo	
Coloca Desviador										Ajusta tornillo	
Toma herramienta										Sujeta desviador	
Soca tornillo										Sujeta desviador	
Toma Manivela										Sujeta Marco	
Inserta manivela en marco										Inserta manivela en marco	
Sujeta manivela										Toma Taladro	
Sujeta Manivela										Soca manivela al marco	

Anexo 53 – Bimanual propuesto línea de ensamble E3 montaña

Diagrama Bimanual Propuesto - Montaña E3											
Método:				Diagrama # 9				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Operación			11	11							
Sostenimiento											
Movimiento											
Espera											
Totales			11	11							
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Toma Cadena										Toma Cadena	
Instala Cadena										Instala Cadena	
Sujeta Cadena										Toma herramienta	
Ajusta Cadena										Ajusta Cadena	
Toma rueda										Disponed herramienta	
Monta rueda										Toma patilla	
Coloca patilla										Coloca patilla	
Sujeta rueda										Toma taladro	
Sujeta rueda										Ajusta rueda y patilla	
Toma Cables										Toma cables	
Ajusta cableado										Ajusta cableado	

Anexo 56 – Bimanual propuesto línea de ensamble E1 playera

Diagrama Bimanual Propuesto - Playera E1											
Método:				Diagrama # 12				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Operación			13	13							
Sostenimiento											
Movimiento											
Espera											
Totales			13	13							
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Toma marco										Toma marco	
Monta marco a banda										Monca marco a banda	
Toma guarda barro										Toma guarda barro	
monta guarda barro										monta guarda barro	
Toma varilla y tornillos										Toma varilla y tornillos	
Posiciona varilla										Posiciona varilla	
Posiciona tornillo										Posiciona tornillo	
Sujeta horquilla										Toma taladro	
Sujeta horquilla										Ajusta varillas	
Toma Plato										Toma cierre de plato	
Inserta Plato										Inserta cierre	
Sujeta horquilla										Toma taladro	
Ajusta plato y cierre										Ajusta plato y cierre	

Anexo 57 – Bimanual propuesto línea de ensamble E2 playera

Diagrama Bimanual Propuesto - Playera E2									
Método:		Diagrama # 12				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN							
		Actividad	Actual		Propuesto		Economía		
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	
Compuesto por:		Operación 	15	15					
		Sostenimiento 							
		Movimiento 							
		Espera 							
		Totales	15	15					
Descripción Mano Izquierda	SIMBOLO								Descripción Mano Derecha
									
Toma cubre cadenas								Toma cubre cadenas	
Toma tornillos								Toma tornillos	
Posiciona tornillos								Posiciona tornillos	
Sujeta guardabarros								Toma taladro	
Sujeta guardabarros								Soca tornillos	
Toma guardabarros								Toma guardabarros	
Toma tornillo								Sujeta guardabarros	
Ajusta tornillo								Sujeta guardabarros	
Toma varilla y maletero								Toma varilla y maletero	
Toma tornillos								Toma tornillos	
Posiciona tornillos								Posiciona tornillos	
Sujeta maletero								Soca tornillos de varillas	
Posiciona Maletero								Posiciona Maetero	
Sujeta Maletero								Toma Taladro	
Sujeta Maletero								Soca maletero a horquilla	

Anexo 58 – Bimanual propuesto línea de ensamble E3 playera

Diagrama Bimanual Propuesta - Playera E3											
Método:				Diagrama # 12				HOJA 1 DE 1			
Actividad:		RESUMEN									
		Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
Actividad:			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.			
Operación 			13	13							
Sostenimiento 											
Movimiento 											
Espera 											
Totales			13	13							
Descripción Mano Izquierda		SIMBOLO								Descripción Mano Derecha	
											
Toma rueda										Toma rueda	
Monta rueda										Toma taladro	
Sujeta rueda										Ajusta rueda	
Toma cadena										Toma cadena	
Instala cadena										Instala cadena	
Sujeta cadena										Toma herramienta	
Ajusta cadena										Ajusta cadena	
Gira marco										Dispone herramienta	
Toma rueda										Toma rueda	
Monta rueda										Toma patilla	
Monta Patilla										Monta Patilla	
Sujeta rueda										Toma Talador	
Sujeta rueda										Socar rueda y patilla	

Anexo 59 – Bimanual propuesto línea de ensamble E4 playera

Diagrama Bimanual Propuesto - Playera E4										
Método:				Diagrama # 12				HOJA 1 DE 1		
Actividad:		RESUMEN								
		Actividad	Actual		Propuesto		Economía			
			Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.		
Actividad:		Operación 	5	5						
Compuesto por:		Sostenimiento 								
		Movimiento 								
		Espera 								
		Totales	5	5						
		SIMBOLO								
Descripción Mano Izquierda										Descripción Mano Derecha
Monta manivela al marco										Monta manivela al marco
Sujeta manivela										Toma Taladro
Sujeta Manivela										Soca manivela al marco
Gira aro										Gira aro
Gira Manivela										Gira manivela

