

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Sistema de Producción: Caso Fábrica RPH Motors”

PROYECTO DE GRADUACIÓN

Previo la obtención del Título de:

INGENIEROS INDUSTRIALES

Presentado por:

María Antonieta Heredia Mariscal
Sheyla Stefanie Paz Hurel
Francisco Javier Rodríguez Castañeda

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2009

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser nuestra fortaleza e iluminar nuestro camino.

A nuestros padres: Tanyi, Sheyla, Eduardo, Narcisa y Aníbal por el sacrificio, comprensión y apoyo incondicional.

A nuestros hermanos: Yvette, Elena, Nohelia, Andrés y Daniela, amigos y demás familiares por su tiempo y generosa colaboración en cada una de las simulaciones que realizamos.

Al Ing. Jorge Abad, Director de Proyecto por su dedicación, entusiasmo e interés mostrado a lo largo del desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO

A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS



DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

María Antonieta Heredia Mariscal

Sheyla Stefanie Paz Hurel

Francisco Javier Rodríguez Castañeda

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Metodología.....	5
1.4. Estructura del Proyecto.....	15
CAPÍTULO 2	
2. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	17
2.1. Producto.....	17

2.2. Proceso Productivo.....	18
2.3. Demanda.....	25
2.4. Reglas del Sistema de Producción.....	26
2.5. Mejoras Propuestas.....	28
2.6. Indicadores de Desempeño.....	36
2.7. Sistema de Control.....	44

CAPÍTULO 3

3. SISTEMA DE PRODUCCIÓN CASO DE ESTUDIO.....	47
3.1. Caso: FÁBRICA RPH MOTORS.....	50
3.2. Instructivos de Trabajo.....	73
3.3. Planos de Montaje.....	86
3.4. Hojas de Registro.....	86
3.5. Instructivos de Mejora.....	87

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
4.1. Conclusiones.....	88
4.2. Recomendaciones.....	90

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

BD	Breakdowns
BMP	Bodega de Materia Prima
BPT	Bodega de Producto Terminado
CT	Centros de Trabajo
FIFO	First In First Out (Primero en Entrar – Primero en Salir)
FIMCP	Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
JIT	Just in Time (Justo a Tiempo)
MP	Materia Prima
MPS	Master Production Schedule (Plan Maestro de Producción)
PVP	Precio de Venta al Público
S	Segundos
SMED	Single Minutes Exchange of Die
TC	Tiempo de Ciclo
TPM	Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total)
WIP	Work in Process (Producto en Proceso)

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Metodología del Proyecto.....	6
Figura 2.1. Productos a Fabricar.....	18
Figura 2.2. Diagrama de Flujo del Proceso Productivo del Barco....	20
Figura 2.3. Diagrama de Flujo del Proceso Productivo del Carro....	22
Figura 2.4. Diagrama de Flujo del Proceso Productivo de la Moto...	24
Figura 2.5. Secuencia de Colores para Kanban de Piso.....	35
Figura 2.6. Indicadores de Desempeño.....	37
Figura 2.7. Menú Principal del Sistema de Control.....	45
Figura 3.1. Layout del Área de Producción de RPH Motors.....	53
Figura 3.2. Opciones de MPS.....	66



ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Tiempo de Ciclo por Producto.....	19
Tabla 2	Utilidad Perdida.....	40
Tabla 3	Costo de Mantenimiento de WIP.....	41
Tabla 4	Costo de Venta.....	42
Tabla 5	Costo por Devoluciones.....	43
Tabla 6	Costo por Defectos.....	43
Tabla 7	Costo de Mantenimiento de Inventario Final.....	44
Tabla 8	Precio de Venta por Producto.....	60

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. Antecedentes

En un mundo cada vez más competitivo, las empresas exigen profesionales mejor preparados, eficientes en la aplicación de los conocimientos adquiridos. Sin embargo, en las universidades se evidencia la falta de herramientas didácticas que permitan a través de la práctica la comprensión de la teoría impartida.

Debido a ello surge la necesidad de cambiar los métodos tradicionales de enseñanza a una metodología participativa, donde el proceso enseñanza/aprendizaje sea un intercambio de ideas entre instructor/alumno. Este cambio va a permitir formar profesionales críticos capaces de identificar problemas y plantear soluciones adecuadas.

1.2. Objetivos

Objetivo General

Desarrollar en el estudiante la habilidad de interrelacionar las diversas metodologías y/o técnicas de producción; para complementar el proceso de aprendizaje teórico/práctico mediante la fabricación de un producto sencillo en el aula de clase.

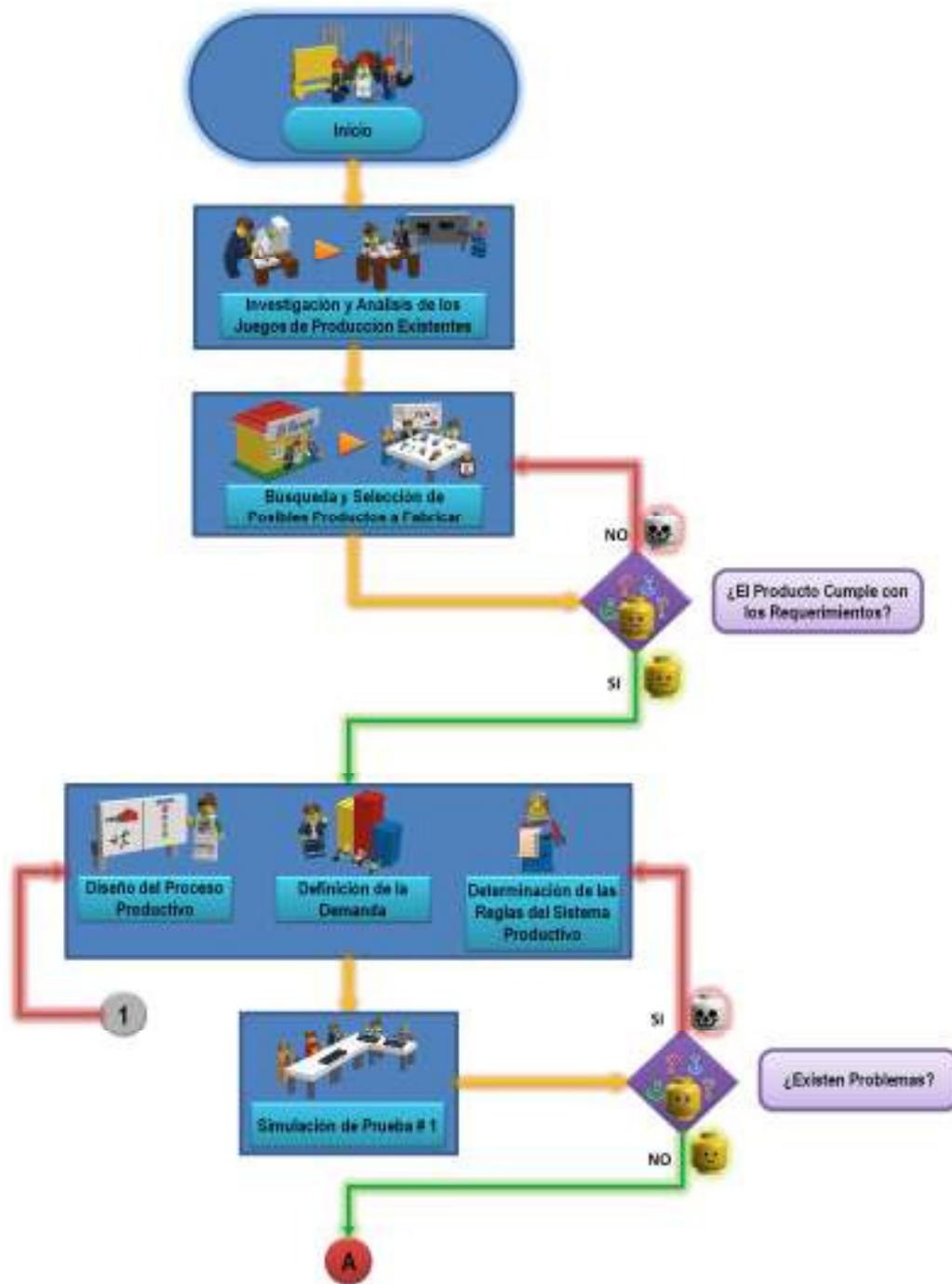
Objetivos Específicos

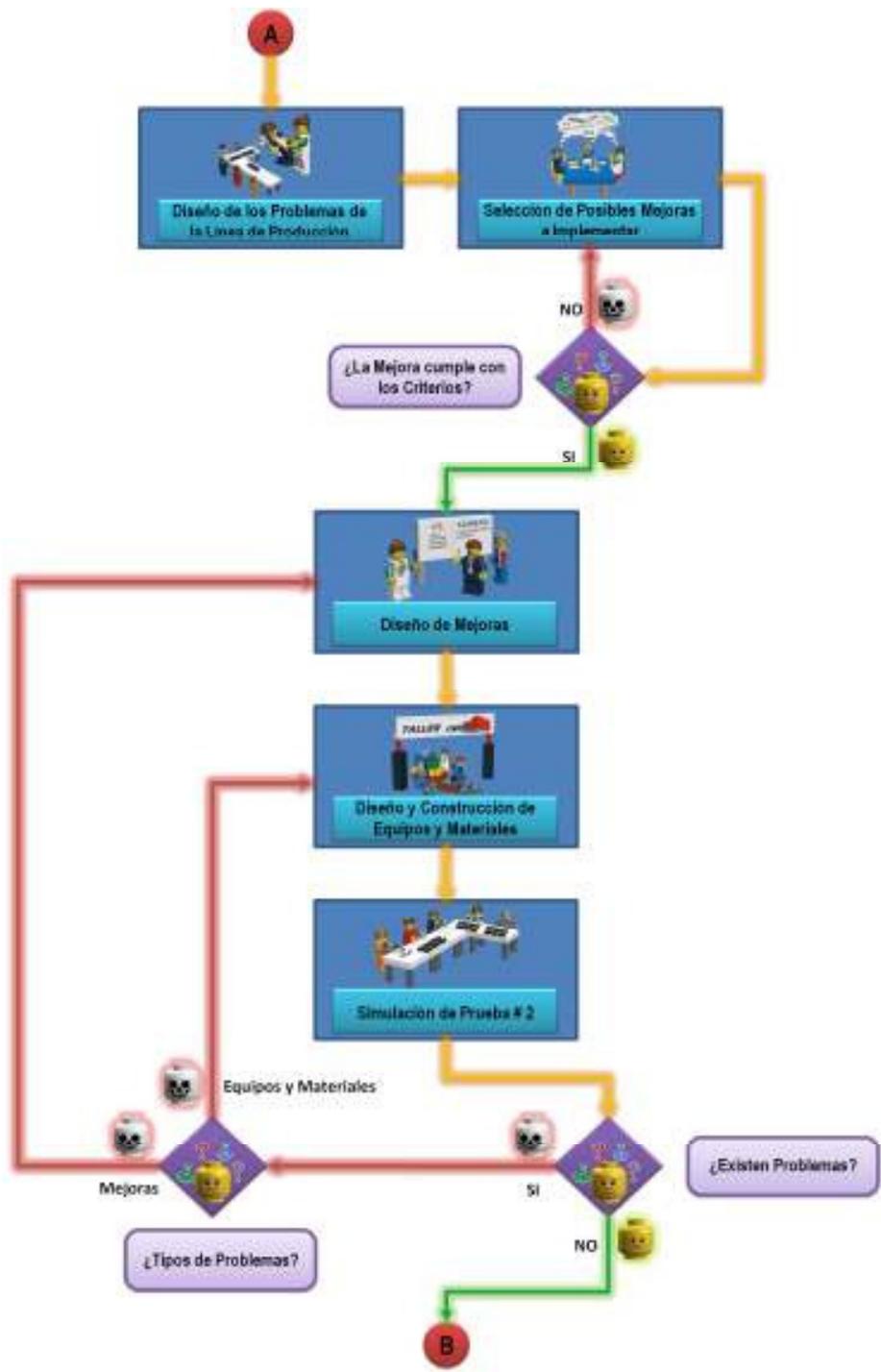
- Promover el pensamiento creativo y crítico del estudiante.
- Diseñar un producto que pueda ser fabricado en el aula de clase utilizando el Sistema de Producción Empujar (PUSH) y Halar (PULL).
- Identificar metodologías y técnicas de producción que pueden ser aplicadas en los Sistemas Productivos.

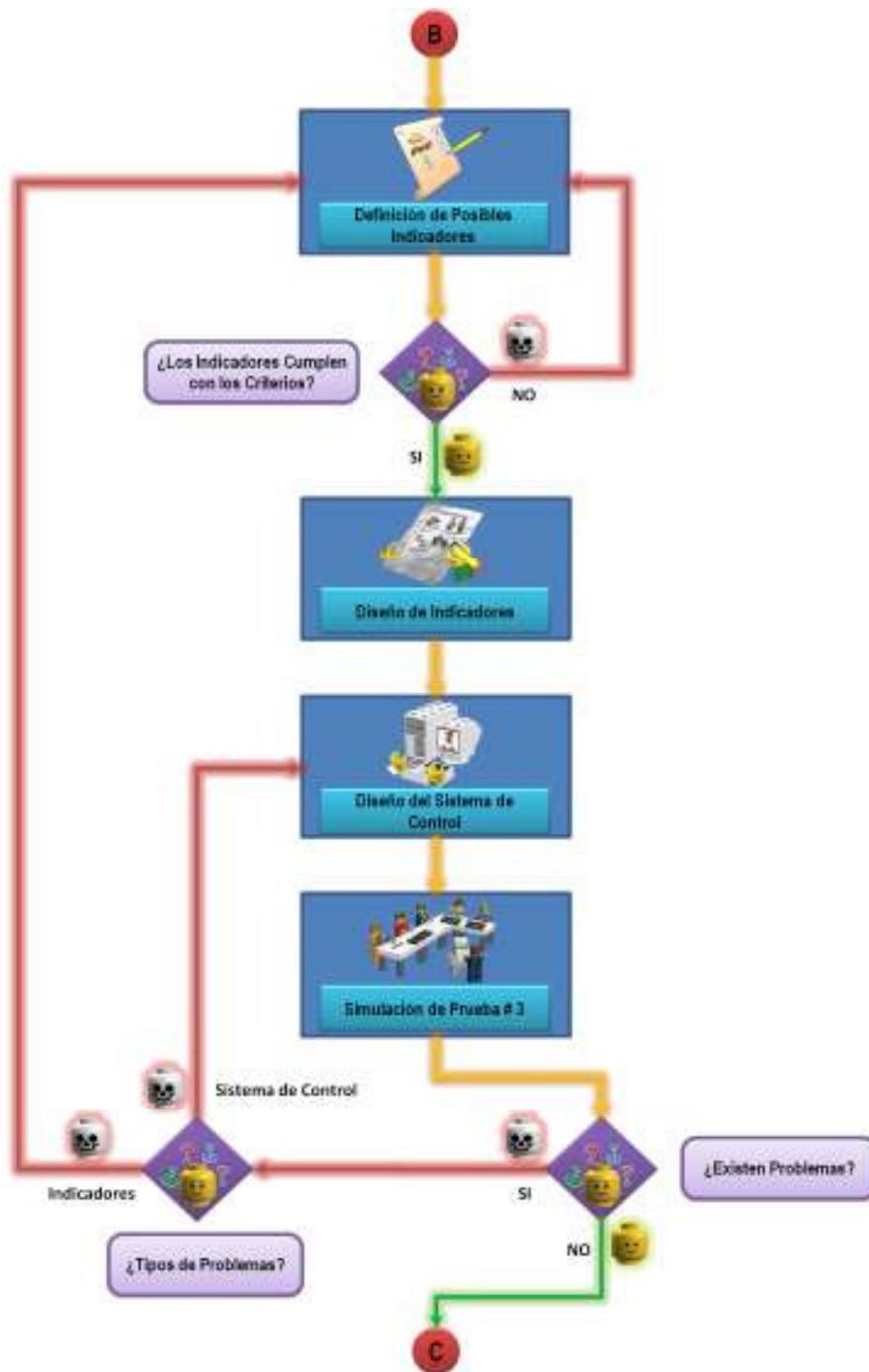
- Diseñar una Fábrica Académica que pueda producir bajo un Sistema de Producción PULL y un Sistema de Producción PUSH.
- Diseñar indicadores de desempeño que permitan evaluar las mejoras implementadas durante el desarrollo del Sistema Productivo de la Fábrica Académica.

1.3. Metodología

La metodología a ser usada en el proyecto se resume en la figura 1.1







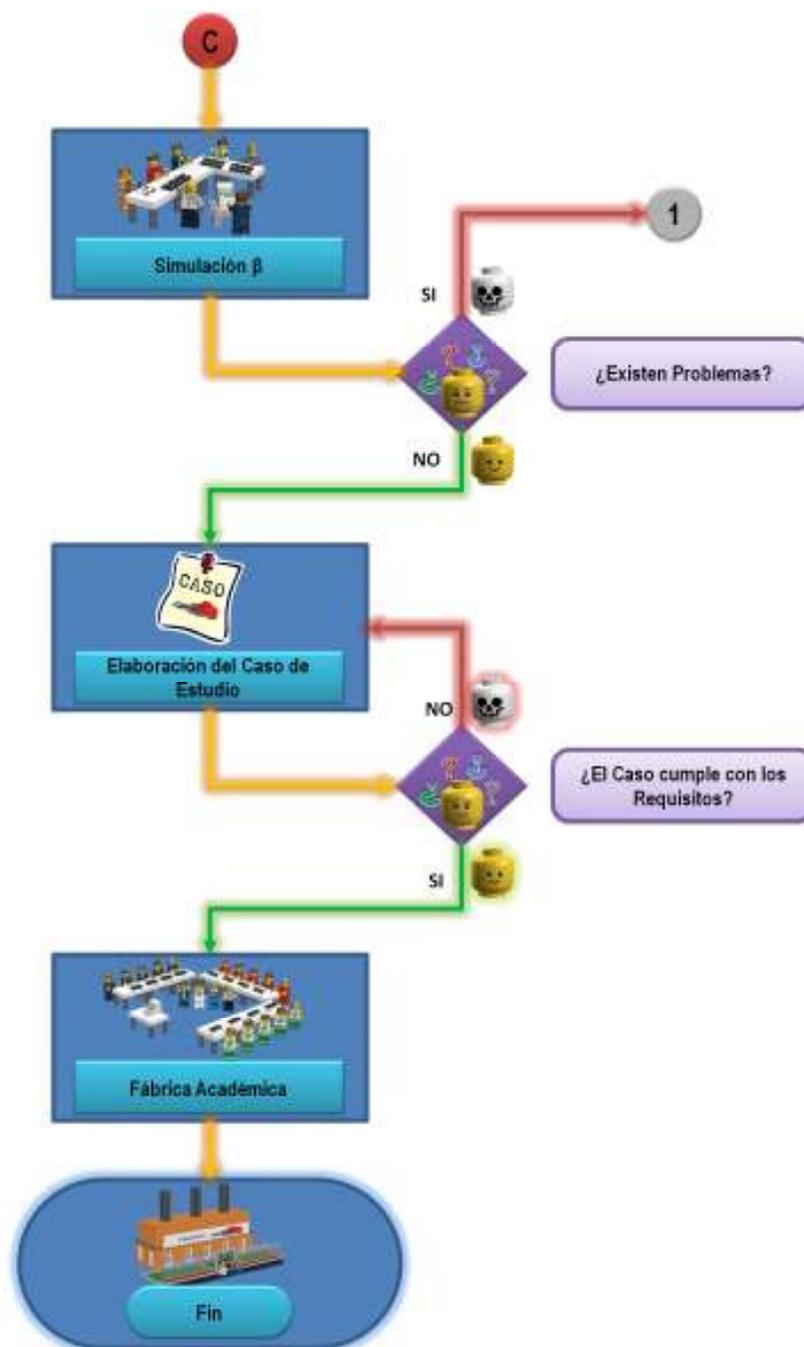


FIGURA 1.1. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

El presente proyecto inicia con la **INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS JUEGOS DE PRODUCCIÓN EXISTENTES**. Se recopila información como: videos, casos e instructivos relacionados con el juego de Buckingham, realizados por las Universidades Austral, ANAHUAC, Babson, Worwick y los Cursos Empresariales de ALFRA Consulting y The Real Learning Company, para complementar la información proporcionada por el Director de Proyecto. Se utiliza el Internet como medio de investigación.

Recolectada y clasificada la información se realiza el análisis de la misma, con la finalidad de entender el funcionamiento y lineamientos del juego de Buckingham.

Posteriormente se visitan diferentes almacenes de la ciudad con la finalidad de realizar la **BÚSQUEDA DE POSIBLES PRODUCTOS A FABRICAR** en función a los siguientes requerimientos:

- Fácil ensamble y desensamble
- Factible de fabricar en clase
- Visualmente atractivo

- Duradero

Al encontrar los posibles productos se debe **SELECCIONAR** los que mejor se adaptan a los requerimientos. Sin embargo se realiza un último filtro para obtener los tres productos (Barco, Carro y Moto) a fabricarse en la Fábrica Académica.

Posterior a la selección de los productos se **DISEÑA EL PROCESO PRODUCTIVO**. Se analiza diversas formas de ensamble para cada modelo, se determina el número de estaciones de trabajo, se distribuye la carga de trabajo entre los CT y se diseña el Proceso Productivo para cada producto.

En función de la complejidad del ensamble de los productos y la capacidad de producción de la línea se **DEFINE LA DEMANDA**; Tiempo de arribo del primer cliente, tiempo entre arribos, cantidad de pedidos por corrida, relación y fluctuación de la demanda y se **DETERMINAN LAS REGLAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO**; MPS, lote, funcionamiento del horno, inventario de producto terminado, stock delantero de piezas, defectos, setup, breakdown y producto en proceso (WIP).

Con la finalidad de verificar si el sistema productivo funciona correctamente se realizan **SIMULACIONES DE PRUEBA**. En el caso de existir errores se procede a corregirlos, sean de Demanda, Proceso Productivo o Reglas del Sistema Productivo.

De no existir errores durante la simulación, se procede al **DISEÑO DE LOS PROBLEMAS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**.

El siguiente paso es **SELECCIONAR LAS POSIBLES MEJORAS A IMPLEMENTAR** que permitan solucionar los problemas.

Se considera los siguientes criterios:

- Impacto significativo en los indicadores del Proceso.
- Aplicación visualmente apreciable.
- Impacto en el aprendizaje.

Las mejoras seleccionadas son **DISEÑADAS**, se definen: objetivos, los cambios a realizar en la línea de producción, los responsables de

la implementación, los materiales y equipos necesarios y su funcionamiento.

El siguiente paso es **DISEÑAR Y CONSTRUIR LOS EQUIPOS Y MATERIALES** necesarios para la implementación de las mejoras. Mediante **SIMULACIONES DE PRUEBA** se verifica si las mejoras, equipos y materiales funcionan adecuadamente.

Con el objetivo de evaluar el impacto de las mejoras implementadas se **DEFINEN LOS POSIBLES INDICADORES**. Se selecciona aquellos que cumplan los siguientes criterios:

- Medición del Proceso Productivo.
- Cuantificación del Desempeño Económico.
- Percepción del Cliente respecto al Servicio.

Los indicadores seleccionados son **DISEÑADOS**. Se establece: la manera de cálculo, la información necesaria para el cálculo, diseño de las hojas de registro, responsables de recolectar la información. Para facilitar el cálculo de los indicadores y la visualización del

comportamiento de los resultados se **DISEÑA EL SISTEMA DE CONTROL.**

Los indicadores y el sistema de control son evaluados a través de **SIMULACIONES DE PRUEBA** que permitan identificar la existencia de posibles errores.

Al finalizar el desarrollo de la Fábrica Académica, se realiza una **SIMULACIÓN β** , que cuenta con la presencia del profesor auspicante, con el objetivo de evaluar el funcionamiento de la Fábrica Académica e identificar problemas no encontrados en las anteriores simulaciones.

Como último paso se **ELABORA EL CASO DE ESTUDIO: FÁBRICA RPH MOTORS.** Este caso es el que se entrega a los estudiantes para que revisen las generalidades de la **EMPRESA RPH MOTORS** previo a la simulación en clase.

El Caso de Estudio debe poseer las siguientes características:

- Fácil lectura y comprensión.

- Identificar fácilmente los Productos a fabricar.
- Determinar la Distribución y Flujo de Producción.
- Detallar los Problemas presentes en la Línea de Producción.
- Describir las Condiciones Iniciales de la Línea.
- Explicar los Centros de Trabajo que forman el Proceso Productivo.
- Mostrar los Tiempos de Procesamiento y el Número de Empleados con los que cuenta la Fábrica Académica.
- Indicar Precios de Venta, Costos y Demanda de cada modelo a fabricar.
- Plantear las posibles Mejoras a ser implementadas durante la simulación así como los indicadores a medir en el Proceso Productivo.

1.4. Estructura del Proyecto

El proyecto consta de 4 capítulos, los cuales se detallan a continuación:

Capítulo 2.

Diseño del Sistema de Producción

En este capítulo se realiza el diseño del Producto y Estaciones de Trabajo. Se define la demanda, Reglas del Sistema Productivo, Mejoras e Indicadores. Se establece el Sistema Control para visualizar los resultados generados en el desarrollo de la Simulación.

Capítulo 3.

Sistema de Producción: Caso de Estudio

Este capítulo contiene el Caso de Estudio RPH Motors y el material requerido para la simulación, tales como: Instructivos de trabajo, Instructivos de Mejora, Planos de Montaje y Hojas de Registro.

Capítulo 4.

Conclusiones y Recomendaciones

Como capítulo final se exponen las conclusiones del proyecto y se plantean recomendaciones para el éxito de la simulación.

CAPITULO 2

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

2.1. Producto

La selección de productos a fabricar se realiza considerando los siguientes aspectos:

- Fácil ensamble y desensamble
- Factible de fabricar en clase
- Visualmente atractivo, y
- Duradero

Se escoge el sistema de ensamble por legos, con tres diferentes tipos de productos: Barcos, Carros y Motos. Se van a utilizar 410 productos: 150 Barcos, 140 Carros y 120 Motos para tres líneas de

ensamble. Los productos a fabricar se muestran en la figura 2.1.

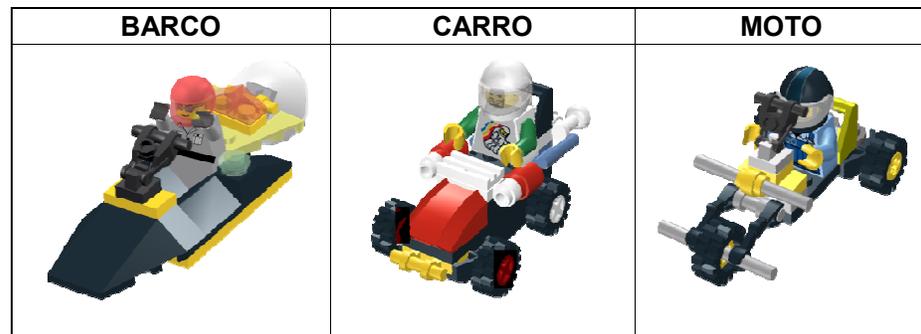


FIGURA 2.1. PRODUCTOS A FABRICAR.

2.2. Proceso Productivo

El Proceso Productivo consta de 4 Centros de Trabajo (CT): tres de ensamble (CT1, CT2, CT4) y uno de pintura (CT3). A base de esto se analizan diferentes opciones de ensamble y se identifican las piezas difíciles de colocar y/o retirar.

El principal problema del ensamble es el tamaño de las piezas, por este motivo se decide realizar pre-ensambles que faciliten el trabajo de los operadores en cada CT. Los pre-ensambles se muestran en los apéndices 01, 02 y 03.

El siguiente paso es distribuir la carga de trabajo entre los CT de tal manera que se obtenga una Línea Balanceada. La tabla 1 muestra los tiempos de ciclo por producto en cada CT:

TABLA 1
TIEMPO DE CICLO POR PRODUCTO

CT	TIEMPO (S)		
	CARRO	BARCO	MOTO
1	12,62	9,45	9.96
2	12,34	9,06	9,66
3	12,00	9,00	9,00
4	12,16	10,07	9,41

A continuación se describe el proceso productivo por cada producto:

BARCO

Como se observa en la figura 2.2 el proceso se inicia en el **CT1: Ensamble Piezas Bases** en donde se ensamblan las 4 piezas (*B01, B02 y B03 – Apéndice 04*) que forman la base del barco. La base ensamblada es enviada al **CT2: Ensamble Piezas Medias**.

En este centro de trabajo se ensamblan 3 piezas (*B04, B05 y B06* – *Apéndice 05*).

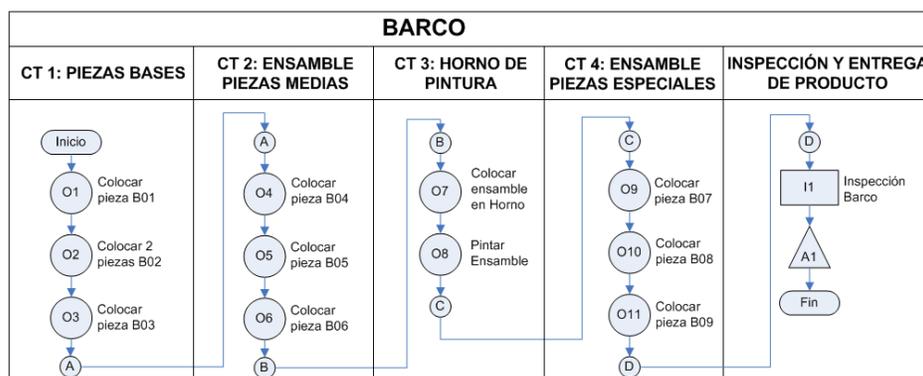


FIGURA 2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL BARCO

Al finalizar las operaciones del CT2, el barco se transporta hasta el **CT3: Horno de Pintura** para el proceso de pintado. El tiempo que tarda un barco en ser pintado es de 9 seg.

Este CT posee un horno con capacidad para pintar 10 productos de diferentes modelos. El Horno puede procesar distintos tipos de productos al mismo tiempo pero sólo puede ser accionado una vez que se coloquen 10 productos. La capacidad y funcionamiento del

horno puede variar al implementarse la mejora: *Cambiar el Tamaño del Horno de Pintura.*

El barco pintado pasa al último centro de trabajo **CT4: Ensamble Piezas Especiales**, en donde se ensambla al pre-ensamble del barco las últimas 3 piezas (*B07, B08 y B09 – Apéndice 06*).

El barco antes de ser almacenado debe ser inspeccionado visualmente para detectar cualquier problema que afecte la calidad del producto. Si el producto no presenta problemas es almacenado en la Bodega de Producto Terminado (BPT) hasta su venta, y si presenta algún defecto es retirado y colocado en el Área de Cuarentena.

CARRO

Como se observa en la figura 2.3 el proceso de ensamble se inicia en el **CT1: Ensamble Piezas Bases**, en este centro se ensamblan las 6 piezas (*C01, C02, C03, C04, C05 Y C06 – Apéndice 04*) que forman la base del carro. La base ensamblada es enviada al **CT2: Ensamble Piezas Medias**. En este CT se ensamblan 5 piezas (*C07, C08, C09, C10 y C11 – Apéndice 05*).

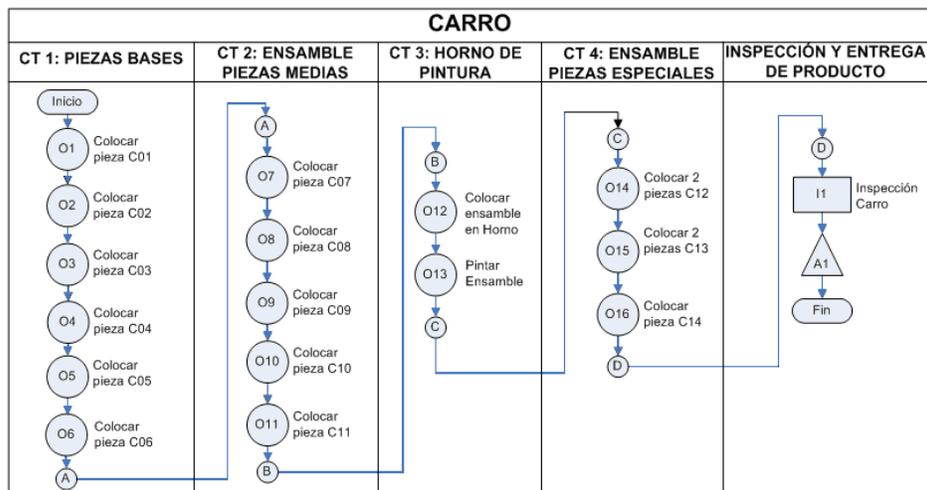


FIGURA 2.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

PRODUCTIVO DEL CARRO

Al finalizar las operaciones del CT2, el carro se transporta hasta el **CT3: Horno de Pintura**, en donde se pinta por un tiempo de 12 seg. Este CT posee un horno con capacidad para pintar 10 productos de diferentes modelos. El Horno puede procesar distintos tipos de productos al mismo tiempo pero sólo puede ser accionado una vez que se coloquen 10 productos. La capacidad y funcionamiento del horno puede variar al implementarse la mejora: *Cambiar el Tamaño del Horno de Pintura*.

El carro pintado pasa al último centro de trabajo **CT4: Ensamble Piezas Especiales**, donde se ensambla las 5 últimas piezas (*C12, C13 y C14 – Apéndice 06*) que formaran el carro.

El carro previo al almacenamiento debe ser sometido a una inspección visual para detectar problemas que afecten la calidad. Si no se encuentran problemas el carro es almacenado en la BPT hasta su posterior venta, y si presenta algún problema es retirado y colocado en el Área de Cuarentena.

MOTO

Como se observa en la figura 2.4, el proceso se inicia en el **CT1: Ensamble Piezas Bases** en donde se ensamblan 5 piezas (*M01, M02, M03 y M04 – Apéndice 04*) que forman la base de la moto. El Pre-ensamble obtenido en el CT1 pasa al **CT2: Ensamble Piezas Medias**, en este centro de trabajo se colocan 3 piezas (*M05, M04 y M06 – Apéndice 05*).

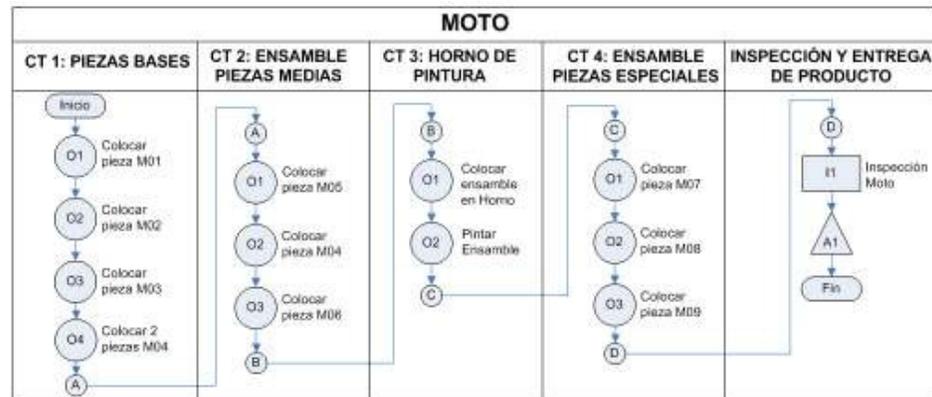


FIGURA 2.4. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA MOTO

Al finalizar las operaciones del CT2, la moto debe ser transportada al **CT3: Horno de Pintura**. El tiempo que tarda una moto en ser pintada es de 9 seg.

Este CT posee un horno con capacidad para pintar 10 productos de diferentes modelos. El Horno puede procesar distintos tipos de productos al mismo tiempo pero sólo puede ser accionado una vez que se coloquen 10 productos. La capacidad y funcionamiento del horno puede variar al implementarse la mejora: *Cambiar el Tamaño del Horno de Pintura*.

La moto pintada se transporta al último ensamble **CT4: Ensamble Piezas Especiales**. En este centro se ensamblan 3 piezas (*M07, M08 y M09 – Apéndice 06*).

Al finalizar el ensamble, cada moto debe ser inspeccionada visualmente para identificar cualquier problema que pueda afectar la calidad del producto. Si durante la inspección no se identifican problemas en el producto este puede ser almacenado en la BPT para la venta, y si el producto presenta algún defecto es retirado y colocado en el Área de Cuarentena.

2.3. Demanda

Para definir la demanda se utiliza el método de “Ensayo y Error”. Se analizan los procesos de ensamble de cada modelo, en función de su complejidad, considerando que: “A mayor complejidad, menor proporción de Demanda”. Se obtuvo la siguiente proporción:

- La demanda de Carros es el doble que la demanda de Motos, mientras que la demanda de Barcos es 50% mayor que la de Carros.

Con una fluctuación de:

- 0 a 6 unidades para Barcos
- 0 a 4 unidades para Carros; y
- 0 a 2 unidades para Motos

En función de la capacidad instalada se estimó 1 minuto como el tiempo entre arribo de los clientes. Sin embargo, el primer cliente arriba al iniciar la corrida debido a que inicia con un inventario final. Los clientes pueden realizar pedidos mixtos: Barcos, Carros y Motos. El pedido mínimo que puede solicitar el cliente es de cero productos y el máximo es de 12 productos (6 Barcos, 4 Carros y 2 Motos).

2.4. Reglas del Sistema de Producción

Para la correcta simulación del Sistema de Producción de la Fábrica RPH MOTORS es necesario considerar las siguientes reglas:

- La Fábrica Académica está diseñada para funcionar con un máximo de 3 líneas de producción trabajando simultáneamente. Se requiere un mínimo de 8 jugadores (Grupo Consultor por cada

línea), en los siguientes cargos: Gerente de Producción, Inspector de Calidad y Bodeguero de Producto Terminado, Operador CT1, Operador CT2, Operador CT3, Operador CT4, Bodeguero de Materia Prima y Cliente. Las funciones para cada cargo se detallan en los Instructivos de Trabajo (*Ver Capítulo 3 – 3.2 Instructivos de Trabajo*).

- Se establece que un 3% de la Materia Prima es Defectuosa.
- Al iniciar cada corrida, el WIP en la Línea de Producción deber ser cero.
- El Stock delantero en cada CT es de 10 piezas por cada ítem por modelo; el doble en los ítems que van en pares.
- El inventario inicial de Producto Terminado para cada corrida es:
 - 8 Barcos
 - 6 Carros
 - 4 Motos
- El Proceso de producción es en lotes de 3 unidades y se permite un mix de productos.

2.5. Mejoras Propuestas

Se propone una lista de mejoras para solucionar los problemas que existen en la Fábrica RPH MOTORS y mejorar el rendimiento de su Sistema Productivo.

La selección de las mejoras se basa en los siguientes criterios:

- Impacto significativo en los indicadores del Proceso.
- Aplicación visualmente apreciable.
- Impacto en el aprendizaje.

A continuación se detallan la lista de mejoras seleccionadas:

Opción 1: Modificar el Plan Maestro de Producción (Cambiar MPS Actual).

- De MPS Actual a MPS 1, viceversa.
- De MPS Actual a MPS 2, viceversa.
- De MPS 1 a MPS 2, viceversa.

Esta opción permite obtener una mayor variedad de modelos en la BPT; de tal forma que la producción se asemeje a los pedidos que el cliente solicita (*Ver Esquema de MPS's en el Capítulo 3 – 3.1 Caso: FABRICA RPH MOTORS*).

Opción 2: Implementar Calidad en la Fuente

El operador de cada CT detecta y retira los productos mal ensamblados que arriban a la zona de transferencia. Estos productos los coloca en las respectivas zonas de cuarentena.

Con esta mejora se busca:

- Eliminar los productos mal ensamblados.
- Reducir el número de devoluciones por parte del cliente.
- Eliminar el trabajo con productos defectuosos.

Opción 3: Cambiar el Tamaño del Lote de Transporte

- De 3 a 10
- De 3 a 1
- De 10 a 3
- De 10 a 1
- De 1 a 3

Al cambiar el lote de transporte se busca reducir el WIP y TC. Con el propósito que el flujo de producto en la línea sea prácticamente continuo y aumentar su disponibilidad en la BPT.

Opción 4: Cambiar el Tamaño del Horno de Pintura

Esta mejora consiste en utilizar dos nuevos Hornos de Pintura. Uno de estos hornos sirve únicamente para pintar carros y el otro sirve para pintar barcos y motos.

Ambos hornos tienen una capacidad máxima de procesamiento de 3 productos. Pueden procesar pieza por pieza y empezar a trabajar aunque no completen su capacidad máxima.

El tiempo de procesamiento de los Carros es de 12 segundos y el tiempo de procesamiento de los Barcos o Motos es de 9 segundos. Los hornos sólo requieren de un Setup al inicio de cada jornada. La implementación de esta mejora elimina al horno como Cuello de Botella de la línea.

Opción 5: Desarrollar a los Proveedores

Se asume que la compañía implementa un programa de desarrollo de proveedores que garantiza que toda la Materia Prima que compra RPH MOTORS venga con cero defectos.

La aplicación de esta mejora elimina los productos defectuosos por materia prima en mal estado, reduciendo

el número de devoluciones por parte del cliente y minimizando su impacto en la Utilidad.

Opción 6: Implementar SMED

Esta técnica permite reducir los tiempos de SETUP en todos los centros de trabajo para todos los modelos a 0 segundos.

La implementación de esta técnica permite eliminar los tiempos de preparación de máquina incrementando el tiempo disponible para producir.

Opción 7: Implementar 5`S

Esta técnica implica dos mejoras:

- El uso de contenedores debidamente señalizados para el almacenamiento de Materia Prima en los CT.
- La utilización de equipos que facilitan el transporte de las piezas desde la BMP a cada CT.

Esta mejora elimina el tiempo improductivo que el Operador emplea en buscar cada ítem, logrando un ensamble en menor tiempo. Adicionalmente, facilita el reabastecimiento de cada CT por parte del Bodeguero de Materia Prima.

Permite transportar de forma ordenada un mayor número de piezas de todos los modelos, mejorar la ubicación de Materia Prima en cada CT e identificar los CT que requieren un abastecimiento inmediato.

Opción 8: Cambiar el Sistema de Producción Push Actual al Sistema de Producción Pull (Implementar Kanban de Piso).

- Tamaño de Kanban 1:

8 Barcos

6 Carros

4 Motos

- Tamaño de Kanban 2

6 Barcos

4 Carros

2 Motos

- Tamaño de Kanban 3

3 Barcos

2 Carros

1 Moto

Nota: Se puede combinar los diferentes tamaños de Kanban a lo largo de la línea de producción o utilizar en toda la línea un mismo tamaño Kanban.

En esta mejora se utiliza un Kanban de Piso. El tamaño del Kanban se establece en función de la demanda. Su aplicación permite tener un WIP controlado y una producción basada en los requerimientos del Cliente.

Sin embargo, al momento de simularlo presenta problemas de priorización, debido a que el operador desconoce el orden en el que debería reponer cada modelo para cumplir con los pedidos, principalmente cuando 2 o más espacios se vacían al mismo tiempo.

Por este motivo se decide combinar el Kanban de Piso con el de Señal, para evitar confusiones al momento de elegir el producto a fabricar. Se utiliza una secuencia de colores, como se muestra en la figura 2.5, priorizando el ensamble de los productos que tienen menos ítems en inventario.



**FIGURA 2.5. SECUENCIA DE COLORES PARA
KANBAN DE PISO**

Opción 9: Reubicar al Personal.

Se permite reubicar al personal de acuerdo a las habilidades demostradas por cada jugador. Con la finalidad de tener a la persona idónea en cada CT.

Opción 10: Implementar TPM

Esta técnica elimina los Breakdowns (paras no programadas de las máquinas) que se dan en la Línea de Producción, alcanzando cero paradas en los equipos e incrementando el tiempo disponible para producción.

2.6. Indicadores de Desempeño

Los criterios que se utilizan para seleccionar los indicadores de la Fábrica Académica son:

- Medición del Proceso Productivo
- Cuantificación del Desempeño Económico; y
- Percepción del Cliente respecto al Servicio.

Los indicadores miden el impacto de las mejoras implementadas en cada corrida, establecen puntos de referencia para seleccionar nuevas mejoras y evalúan el desempeño de la Fábrica Académica. Se diseñan los indicadores que se muestran en la figura 2.6:



FIGURA 2.6. INDICADORES DE DESEMPEÑO

1. SATISFACCIÓN DEL CLIENTE:

Es el porcentaje de pedidos completos que recibe el cliente. Se obtiene dividiendo la cantidad de pedidos completos entregados versus la cantidad de pedidos totales que se realiza en una corrida.

Un pedido se considera completo cuando se entregan al cliente las cantidades exactas solicitadas de cada modelo.

2. COSTO DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO:

Es el costo generado por la cantidad de WIP y Producto Terminado en la línea al finalizar cada corrida. Este indicador se mide en dólares.

Para el cálculo del nivel de inventario se suman el WIP de cada CT multiplicado por su Costo respectivo (Costo de Mantenimiento de WIP) más el Inventario Final por el Costo de mantener dicho inventario (Costo de Mantenimiento de Inventario Final).



3. PRODUCCIÓN:

Es la cantidad de productos correctamente ensamblados que la línea produce durante la jornada de trabajo. Se lo obtiene sumando el total de Productos Vendidos mas el Inventario Final menos el total de Inventario Inicial.

4. TIEMPO DE CICLO:

Es el tiempo que le toma a un producto de cada modelo pasar desde la primera estación hasta la BPT. Este indicador se mide en segundos.

5. CUMPLIMIENTO:

Es el porcentaje de productos demandados que la empresa ha sido capaz de entregar a sus clientes.

Se calcula dividiendo la suma de los totales de productos vendidos versus la suma del total de los productos pedidos.

6. INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO:

Es la cantidad de producto terminado que se encuentra en la BPT al finalizar la corrida. Para obtener este indicador se suman el total de producto terminado de cada modelo, almacenados en la BPT.

7. UTILIDAD PERDIDA:

Es la utilidad que RPH MOTORS deja de percibir al no tener producto disponible para la Venta. Se lo obtiene de la multiplicación entre la cantidad de productos no vendidos y la utilidad perdida (PVP - Costo de Venta).

En la tabla 2 se muestran los valores de la Utilidad Perdida por Producto.

TABLA 2
UTILIDAD PERDIDA

PRODUCTO	COSTO (\$)
Barco	30,20
Carro	46,90
Moto	28,90

8. UTILIDAD:

Es la diferencia entre los ingresos y los costos de la Fábrica RPH MOTORS. Para el cálculo de la utilidad se consideran los siguientes costos:

- **Costo Fijo**

Es el costo base que incurre RPH Motors para realizar sus actividades. Es independiente de las cantidades producidas de cada modelo. El valor del Costo Fijo es: \$628,65

- **Costos de Mantenimiento de WIP**

Es el valor que le cuesta a RPH MOTORS mantener un producto en proceso en la línea. Los valores de Costo de Mantenimiento de WIP varían por modelo y CT. Se considera que el Costo de Mantenimiento de WIP es el 20% del Costo de Fabricación de cada CT.

En la tabla 3 se muestran los valores del Costo de Mantenimiento de WIP por Producto y CT.

TABLA 3

COSTO DE MANTENIMIENTO DE WIP

PRODUCTO \ CT	CT1 (\$)	CT2 (\$)	CT3 (\$)	CT4 (\$)
Barco	2,4	5,54	7	12,08
Carro	6,08	8,34	10,34	18,74
Moto	3,34	5,98	7,56	11,54

- **Costo de Venta**

Es lo que le cuesta a RPH MOTORS fabricar cada producto.

En la tabla 4 se muestran los valores del Costo de Venta por Producto.

TABLA 4
COSTO DE VENTA

PRODUCTO	COSTO (\$)
Barco	60,40
Carro	93,70
Moto	57,70

- **Costo por Devoluciones**

Es el costo administrativo asociado a la gestión del canal de retorno. Se genera cuando el cliente devuelve un producto por mala calidad. Se considera que el Costo por Devoluciones es el 25% del Margen de Utilidad.

En la tabla 5 se muestran los valores del Costo por Devoluciones por Producto.

TABLA 5
COSTO POR DEVOLUCIONES

PRODUCTO	COSTO (\$)
Barco	7,6
Carro	11,7
Moto	7,2

- **Costo por Defectos**

Es el costo de reprocesamiento de un producto defectuoso. Se considera que el costo por defecto es el 10% del Costo de Fabricación por modelo en cada CT.

En la tabla 6 se muestran los valores del Costo por Defectos por Producto.

TABLA 6
COSTO POR DEFECTOS

PRODUCTO \ CT	CT1 (\$)	CT2 (\$)	CT3 (\$)	CT4 (\$)
Barco	1,2	2,77	3,5	6,04
Carro	3,04	4,17	5,17	9,37
Moto	1,67	2,99	3,78	5,77

- **Costo de Mantenimiento de Inventario Final**

Es lo que le cuesta a RPH MOTORS tener una unidad de cada modelo como inventario en la BPT. Se considera que el Costo de Mantenimiento de Inventario es el 20% del Costo de Venta

En la tabla 7 se muestran los valores del Costo de Mantenimiento de Inventario Final por Producto.

TABLA 7

COSTO DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO FINAL

PRODUCTO	COSTO (\$)
Barco	12,1
Carro	18,7
Moto	11,5

2.7. Sistema de Control

El sistema de control “**RPH MOTORS INDICATORS 1.0**” es una hoja de cálculo elaborada en Microsoft Excel; la cual permite:

- Generar la Demanda para cada corrida

- Ingresar los datos proporcionados por cada Grupo Consultor
- Calcular automáticamente los Indicadores; y,
- Realizar gráficas de los Indicadores

La figura 2.7 muestra el menú principal del Sistema de Control



FIGURA 2.7. MENÚ PRINCIPAL DEL SISTEMA DE CONTROL

El manejo de RPH MOTORS INDICATORS 1.0 se detalla en la Guía del Instructor.

Nota: Guía del Instructor

Existe una Guía del Instructor, donde se explica detalladamente las actividades que el profesor guía debe realizar antes, durante y

después de la simulación. Esta guía es un libro adicional que forma parte del material de la Simulación pero no se incluye en ningún capítulo de este documento.

Si desea hacer uso de la Guía del Instructor deberá solicitarla al Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Administración de la Producción Industrial de la ESPOL.

CAPITULO 3

3. SISTEMA DE PRODUCCIÓN: CASO DE ESTUDIO

Para la elaboración del Caso de Estudio se consideraron los siguientes criterios:

- Fácil lectura y comprensión.
- Identificar fácilmente los Productos a fabricar.
- Determinar la Distribución y Flujo de Producción.
- Detallar los Problemas presentes en la Línea de Producción.
- Describir las Condiciones Iniciales de la Línea.
- Explicar los Centros de Trabajo que conforman el Proceso Productivo.
- Mostrar los Tiempos de Procesamiento y el Número de Empleados con los que cuenta la Fábrica Académica.

- Indicar Precios de Venta, Costos y Demanda de cada modelo a fabricar.
- Plantear las posibles Mejoras a ser implementadas durante la simulación así como los indicadores a medir en el Proceso Productivo.

Se realizaron 30 simulaciones de prueba para validar los diversos aspectos que conforman el Caso de Estudio. Adicionalmente, con la participación del Profesor Guía se realizan 3 simulaciones β : 1 con Estudiantes entre 17 a 27 años de edad, 1 en Pregrado con estudiantes en la Materia de Producción 2 y 1 en Postgrado con estudiantes de un MBA en el Módulo de Producción,

Los datos obtenidos en estas simulaciones, para cada indicador se encuentran entre los siguientes rangos:

- **SATISFACCIÓN DEL CLIENTE:** [18% - 45%]
- **COSTO DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO:** [\$30,90 - \$250,72]
- **PRODUCCIÓN:** [0u – 43u]

- **CUMPLIMIENTO:** [24% - 81%]
- **INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO:** [0u – 11u]
- **UTILIDAD PERDIDA:** [\$389,90 - \$2104,4]
- **UTILIDAD:** [\$-208,9 - \$1290,07]

Durante las simulaciones, se pudo evidenciar el desconocimiento de los estudiantes para interrelacionar diversas metodologías y/o técnicas de Producción, lo que ocasionaba que las mejoras implementadas no siguieran una secuencia lógica y por ende los indicadores no se aproximen a los estándares (*Ver Estándares en el Apéndice 07*)

Este es el Caso de Estudio que debe entregarse como mínimo 1 semana antes a los estudiantes, para su revisión y análisis previo a la simulación en clase.

Al momento de iniciar la simulación, se recomienda realizar pruebas de ensamble que ayuden a mejorar la curva de aprendizaje, eliminando los tiempos perdidos por falta de habilidad de los operadores.

Fotos de las diferentes simulaciones realizadas con los estudiantes se encuentran en el apéndice 08.

3.1. Caso: FÁBRICA RPH MOTORS

CASO: FÁBRICA RPH MOTORS



1 INTRODUCCIÓN

RPH MOTORS es una empresa ecuatoriana ubicada en la ciudad de Guayaquil, dedicada al ensamblaje de tres diferentes medios de transporte: **BARCOS, CARROS y MOTOS**. **RPH MOTORS** es considerada una empresa joven por los 2 años que lleva en el mercado y por las características de su personal especialmente su Plana Directiva.

Actualmente **RPH MOTORS** está comprometida con el mejoramiento continuo de sus operaciones con el propósito de

incrementar su participación en el mercado y alcanzar su misión: “Desarrollar medios de transporte innovadores y de alta calidad en un ambiente de trabajo seguro preservando el medioambiente, convirtiéndonos en líderes a nivel nacional, y fuentes de desarrollo del talento humano, tecnologías y sistemas productivos, con la finalidad de garantizar la satisfacción de nuestros clientes, accionistas y trabajadores mediante el manejo óptimo de nuestros recursos”. Sin embargo, la compañía en los últimos meses ha venido presentando los siguientes problemas que le impiden alcanzar sus objetivos: Bajos Porcentajes de Cumplimiento de Pedidos (alrededor del 50% de incumplimiento), altos Tiempos de Ciclo en sus tres productos, altos niveles de Producto en proceso (WIP) en sus líneas de producción, bajos niveles de Throughput, y alrededor del 70% de insatisfacción de los clientes.

Debido a esta situación los Gerentes se reunieron urgentemente para analizar los problemas por los que atraviesan y determinar las acciones a realizar para mejorar el desempeño de la empresa. Uno de los Gerentes propuso la contratación de varias Compañías Consultoras (su Grupo de Trabajo), para que presenten propuestas de mejora al proceso productivo y sus indicadores

(COSTO DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO, PRODUCCIÓN, % DE CUMPLIMIENTO, TIEMPOS DE CICLO, % DE SATISFACCIÓN DE CLIENTES, INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO, UTILIDAD PERDIDA y UTILIDAD). La Compañía Consultora que obtenga los mejores resultados será la seleccionada.

2 PROCESO DE PRODUCCIÓN

2.1 Distribución y Flujo

El proceso productivo de RPH MOTORS consta de 3 Centros de Trabajo (CT) donde se realizan ensambles. Cada uno de estos CT posee un stock delantero de 10 piezas por cada ítem de cada modelo a fabricar. Adicionalmente, RPH MOTORS posee 1 Horno Mixto de activación manual con capacidad para 10 productos.

La política de secuenciación de la producción de RPH MOTORS es FIFO. Su proceso de fabricación es en lotes de 3 unidades y se permite un mix de productos. Su distribución es por producto (en línea), como se muestra en la figura 3.1.

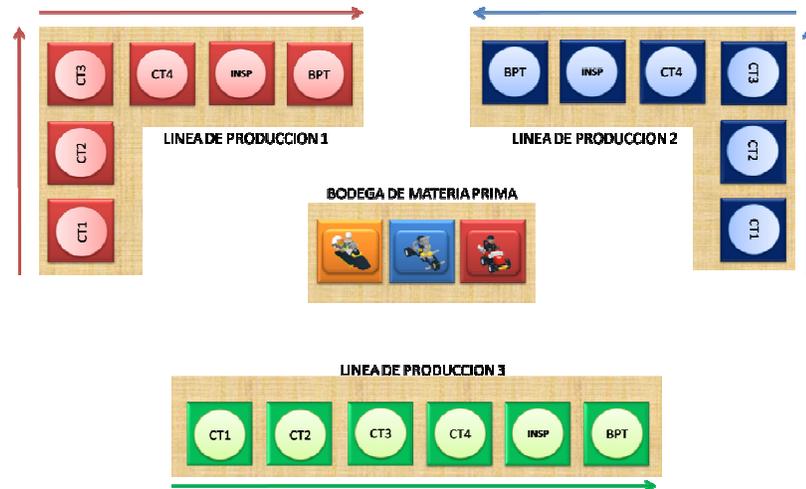


FIGURA 3.1. LAYOUT DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE RPH MOTORS

El proceso se inicia en el CT1 y finaliza en la Bodega de Producto Terminado (BPT). Cada CT debe procesar durante la jornada: BARCOS-CARROS-MOTOS de acuerdo a las cantidades descritas en el Plan Maestro de Producción (MPS).

Existe un tiempo de preparación de maquinaria (SETUP) en los centros de trabajo 1, 2 y 4 cada vez que se necesite cambiar de producto. Este tiempo dura en promedio 15 segundos. En el caso del Horno de Pintura (CT3) es

necesario que el operario realice el SETUP respectivo antes de empezar a procesar el producto. Adicionalmente, durante la jornada de trabajo se pueden presentar paras no programadas de máquinas - Breakdowns (BD) - en cualquiera de los centros de trabajo, estas paras pueden tardar 5, 10 o 15 segundos, según datos históricos.

2.2 Condiciones Iniciales

- **Inventario de Producto Terminado:**

El sistema de producción al inicio del período de análisis cuenta con:

- 8 Barcos
- 6 Carros
- 4 Motos

- **Trabajo en Proceso (WIP)**

Al iniciar cada corrida el WIP en la línea de Producción es cero.

2.3 Problemas

La calidad en RPH MOTORS es importante, por este motivo se tiene implementado un sistema de inspección que identifica como defectuosos a los productos que presentan los siguientes problemas:

- **Problema 1 : Mal ensamble**

Este tipo de defecto se presenta cuando el Operario ensambla de manera incorrecta el producto (Producto Ensamblado no coincide con el Plano de Montaje).

- **Problema 2 : Desensamble**

Un producto se considera defectuoso por desensamble cuando a este se le desprenda una(s) de las parte(s) que fueron ensambladas en el centro(s) anterior(es), sin embargo si la(s) pieza(s) que se desprende(n) forma parte de los componentes de ese centro de trabajo no se considera defectuoso y el operario podrá re-ensamblar la pieza(s).

- **Problema 3 : Materia Prima (MP) Defectuosa**

RPH MOTORS considera como defectuoso a todos sus productos que contengan piezas con fallas de fábrica.

2.4 Centros de Trabajo

En los CT no se permite:

- Pre-ensambles de los componentes antes de que llegue el lote o pieza.
- Adicionar accesorios que no formen parte del producto (Ver Planos de Montaje).

Los productos deben seguir secuencialmente los 4 CT, que se describen a continuación:

- **CT1: PIEZAS BASES**
- **CT2: PIEZAS MEDIAS**
- **CT3: HORNO**
- **CT4: PIEZA ESPECIALES**

CT 1: PIEZAS BASES

En este CT se ensamblan las bases de los diversos modelos de transporte, debiendo colocar todas las piezas correspondientes al modelo antes de ubicarlo en la zona de transferencia. En los Planos de Montaje (de cada modelo) se detallan las piezas requeridas y el proceso de ensamble respectivo.

CT 2: PIEZAS MEDIAS

A este CT arriban las piezas pre-ensambladas del CT1. En los Planos de Montaje (de cada modelo) se detallan las piezas requeridas y el proceso de ensamble respectivo.

El operador únicamente puede tomar el producto ubicado en la zona de transferencia del CT1 respetando el lote de transporte. Adicionalmente, su área de trabajo posee una zona de cuarentena, donde debe colocar los productos defectuosos, de cada modelo.

CT 3: HORNO DE PINTURA

Actualmente, RPH MOTORS posee un horno con capacidad de 10 productos para pintar sus diferentes modelos. El Horno puede procesar distintos tipos de productos al mismo tiempo pero solo puede ser accionado una vez que se coloquen 10 productos. Funciona con 2 tiempos de procesamiento: uno para carros y otro para barcos y motos. Los tiempos de procesamiento deben ser controlados por el operador respectivo.

Su área de trabajo posee una zona de cuarentena donde debe colocar los productos defectuosos, de cada modelo, y debe colocar el producto que sale del horno en la zona de “arribo” del CT 4.

CT 4: PIEZAS ESPECIALES

A este CT arriban los productos que salen del Horno de Pintura. En los Planos de Montaje (de cada modelo) se detallan las piezas requeridas y el proceso de ensamble respectivo.

El operador puede tomar solo los productos ubicados en la zona de “arribos” de su CT y debe respetar el lote de transporte. Su área de trabajo posee una zona de cuarentena donde debe colocar los productos defectuosos, de cada modelo.

2.5 TIEMPOS DE PROCESAMIENTO

RPH MOTORS trabaja 5 días a la semana (de lunes a viernes) en un solo turno de producción de 8 horas diarias (de 8:00 a 16:30) con 30 min de almuerzo. La línea de producción se encuentra balanceada, y los tiempos promedio de producción (en segundos) en cada centro de trabajo por producto son:

TABLA 1

TIEMPO DE CICLO POR PRODUCTO

CT	TIEMPO (S)		
	CARRO	BARCO	MOTO
1	12,62	9,45	9,96
2	12,34	9,06	9,66
3	12,00	9,00	9,00
4	12,16	10,07	9,41

2.6 EMPLEADOS

La empresa tiene 7 empleados: 4 operadores (1 para cada CT), 1 Inspector de Calidad y Bodeguero de la Bodega de Producto Terminado, 1 Bodeguero para la Materia Prima y 1 Gerente de Producción.

La descripción de funciones de cada cargo se detalla en los respectivos instructivos de trabajo.

3 PRECIO DE VENTA DE LOS PRODUCTOS

Los productos de RPH MOTORS poseen los siguientes Precios de Venta al Público (P.V.P):

TABLA 7

PRECIO DE VENTA POR PRODUCTO

PRODUCTO	PVP (\$)
Barco	90,60
Carro	140,60
Moto	86,60

4 COSTOS

- **Costo Fijo:**

Es el costo base que incurre RPH Motors para realizar sus actividades. Es independiente de las cantidades producidas de cada modelo. El valor del Costo Fijo es: \$628,65

- **Costo de Venta:**

Los productos de RPH MOTORS poseen los siguientes costos de venta:

TABLA 4
COSTO DE VENTA

PRODUCTO	COSTO (\$)
Barco	60,40
Carro	93,70
Moto	57,70

- **Costo por Defectos:**

Se considera el 10% del Costo de Fabricación por modelo en cada CT.

TABLA 6
COSTO POR DEFECTOS

PRODUCTO \ CT	CT	CT1	CT2	CT3	CT4
		(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Barco		1,2	2,77	3,5	6,04
Carro		3,04	4,17	5,17	9,37
Moto		1,67	2,99	3,78	5,77

- **Costo por Devoluciones:**

Se considera el 25% del Margen de Utilidad.

TABLA 5
COSTO POR DEVOLUCIONES

PRODUCTO	COSTO (\$)
Barco	7,6
Carro	11,7
Moto	7,2

- **Costo de Mantenimiento de Inventario Final:**

Se considera el 20% del Costo de Venta

TABLA 7

COSTO DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO FINAL

PRODUCTO	COSTO (\$)
Barco	12,1
Carro	18,7
Moto	11,5

- **Costo de Mantenimiento de WIP:**

Se considera el 20% del Costo de Fabricación de cada CT.

TABLA 3

COSTO DE MANTENIMIENTO DE WIP

PRODUCTO \ CT	CT1 (\$)	CT2 (\$)	CT3 (\$)	CT4 (\$)
Barco	2,4	5,54	7	12,08
Carro	6,08	8,34	10,34	18,74
Moto	3,34	5,98	7,56	11,54

5 DEMANDA

RPH MOTORS a base de una Investigación del Mercado realizada conoce la relación que existe entre las demandas de sus tres productos: la demanda de carros es el doble que la demanda de motos, mientras que la demanda de barcos es 50% mayor que la de carros. La fluctuación de la demanda, cada vez que llega el Cliente para los diferentes productos es: 0-2 unidades para Motos, 0-4 unidades para Carros y 0-6 unidades para Barcos.

Los pedidos que RPH MOTORS recibe de sus clientes son pedidos mixtos, es decir, el cliente pide los 3 productos de acuerdo a la fluctuación descrita anteriormente. Por lo tanto, existe la posibilidad de que el cliente lleve desde un máximo de 12 productos hasta no llevar ningún producto. El cliente llega con su pedido cada minuto.

Los clientes de RPH MOTORS son muy exigentes con respecto a la disponibilidad y calidad del producto. Si el producto no está disponible al momento del pedido, el cliente sólo compra la cantidad de productos disponibles y el resto del pedido lo compra

a otro proveedor, por lo que se considera una venta perdida, es decir RPH MOTORS no tiene Backorders.

Si el producto no está con la calidad adecuada, el cliente devuelve el producto y si no existe inventario para reemplazar el producto defectuoso se considera venta perdida.

6 PROPUESTAS DE MEJORAS

Luego de realizar un Diagnóstico Global de los problemas de RPH MOTORS, la Compañía Consultora (Su Grupo de Trabajo) ha identificado varias opciones de mejora que van a permitir a la empresa mejorar su desempeño. Las principales opciones de mejora se detallan a continuación:

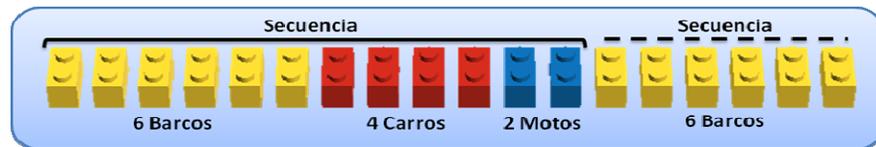
Opción 1: Modificar el Plan Maestro de Producción (Cambiar MPS Actual)

- De MPS Actual a MPS 1 (Viceversa).
- De MPS Actual a MPS 2 (Viceversa).
- De MPS 1 a MPS 2 (Viceversa).

MPS ACTUAL



MPS 1



MPS 2



FIGURA 3.2. OPCIONES DE MPS

Opción 2: Implementar Calidad en la Fuente

El operario de cada CT es el responsable de detectar y retirar las piezas defectuosas y los productos mal ensamblados que arriban de la zona de transferencia, para colocarlos en las respectivas zonas de cuarentena.

Opción 3: Cambiar el Tamaño del Lote de Transporte

- De 3 a 10
- De 3 a 1
- De 10 a 3
- De 10 a 1
- De 1 a 3

Opción 4: Cambiar el Tamaño del Horno de Pintura

Esta mejora consiste en cambiar el Horno de Pintura actual por dos nuevos Hornos de Pintura. Uno de estos hornos sirve únicamente para pintar carros y el otro sirve para pintar barcos y motos. Ambos hornos tienen una capacidad máxima de procesamiento de 3 productos. A diferencia del horno actual estos hornos pueden procesar pieza por pieza y empezar a trabajar aunque no completen su capacidad máxima.

El tiempo de procesamiento de los Carros es de 12 segundos y el tiempo de procesamiento de los Barcos o Motos es de 9 segundos. Los hornos sólo requieren de un Setup al inicio de cada jornada.

Opción 5: Desarrollar a los Proveedores

La compañía va a implementar un programa de desarrollo de proveedores de tal manera que garantice que toda la Materia Prima que compre RPH MOTORS venga con cero defectos.

Opción 6: Implementar SMED

Esta técnica permitirá a RPH MOTORS reducir sus tiempos de SETUP en todos los centros de trabajo para todos sus modelos a 0 segundos.

Opción 7: Implementar 5`S

Esta técnica implica dos mejoras:

- El uso de contenedores debidamente señalizados para el almacenamiento de Materia Prima en los Centros de Trabajo.
- La utilización de equipos que facilitan el transporte de las piezas desde la Bodega de Materia Prima a cada Centro de Trabajo.

Opción 8: Cambiar el Sistema de Producción Push Actual al Sistema de Producción Pull (Implementar Kanban de Piso)

- Tamaño de Kanban 1:
 - 8 Barcos
 - 6 Carros
 - 4 Motos
- Tamaño de Kanban 2
 - 6 Barcos
 - 4 Carros
 - 2 Motos

- Tamaño de Kanban 3
 - 3 Barcos
 - 2 Carros
 - 1 Moto

Nota: Se puede combinar los diferentes tamaños de Kanban a lo largo de la línea de producción o utilizar en toda la línea un mismo tamaño Kanban.

Opción 9: Reubicar al Personal.

De acuerdo a las habilidades de los operarios, el Gerente de Producción podrá reubicar al personal donde lo considere adecuado.

Opción 10: Implementar TPM

Esta técnica eliminará los Breakdowns (paradas no programadas de las máquinas) que se dan en la Línea de Producción.

Cada Grupo Consultor deberá elegir una mejora a implementar antes de cada corrida de producción.

7 SEGUIMIENTO DEL DESEMPEÑO DE RPH MOTORS

La alta Gerencia de RPH MOTORS verificará el impacto de la mejora a base de los siguientes indicadores:

1. SATISFACCIÓN DEL CLIENTE:

Porcentaje de pedidos completos que recibe el cliente.

2. COSTO DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO:

Es el costo generado por la cantidad de partes y/o productos en el sistema productivo, incluye el WIP de cada CT y el inventario de producto terminado. Se lo calcula en dólares.

3. PRODUCCIÓN:

Cantidad de productos correctamente ensamblados que la línea produce durante las jornadas de trabajo (Productos

Vendidos + Inventario Final - Inventario Inicial).

4. TIEMPO DE CICLO:

El tiempo que le toma a un producto de cada modelo pasar desde la primera estación hasta la bodega de producto terminado.

5. CUMPLIMIENTO:

Porcentaje de productos demandados que la empresa ha sido capaz de entregar a sus clientes.

6. INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO:

Cantidad de producto terminado que se encuentra en la Bodega de Producto Terminado al finalizar la corrida.

7. UTILIDAD PERDIDA

Es la utilidad que RPH MOTORS deja de percibir al no tener producto disponible para la Venta.

8. UTILIDAD:

Diferencia entre los ingresos y los costos de RPH MOTORS.

Se seleccionará la compañía Consultora que genere un mayor impacto en los indicadores anteriormente mencionados.

3.2. Instructivos de Trabajo

Se diseñan instructivos de trabajo donde se detallan las funciones a desempeñar para cada uno de los siguientes cargos:

- **Instructivo de Trabajo del Gerente de Producción.**

Función Principal.

Será el responsable de indicar el inicio y fin de cada corrida y será el encargado de sortear los **Breakdowns (BD)** que se generan en cada corrida según las instrucciones. Debe llevar un registro de los Tiempos de Ciclo (**TC**) y Producto en Proceso (**WIP**) por corrida.

Procedimiento.

- Debe solicitar al profesor guía el Plan Maestro de Producción (**MPS**) correspondiente a la primera corrida y los **PLANOS DE MONTAJE** correspondientes a cada Centro de Trabajo (**CT**).
- Una vez que tenga el **MPS** inicial debe indicar a cada uno de sus operadores la forma de fabricación para la jornada.
- Por corrida, debe registrar un tiempo de ciclo por:
 - **Carro**
 - **Barco**
 - **Moto**
- Debe sortear los BD que se realizarán en cada corrida, e indicar a que CT afectará y en cuantos minutos, debiendo llevar el control de este tiempo, anunciando las **Paradas** y el **Reinicio**. (3 BD por corrida, 1 BD cada 3 minutos).
- Adicionalmente debe llevar un registro (**Formato FR-03**) con los indicadores establecidos (**TC, WIP**), que servirán para evaluar las condiciones en las que quedará la línea después de cada mejora.

- Este registro debe ser entregado al profesor guía al finalizar cada corrida para su ingreso en la **Hoja de Cálculo**.
- Al finalizar la corrida usted debe indicar al profesor guía cual será la mejora que el grupo ha decidido implementar para la siguiente corrida e indicar la forma de producir de cada **CT**.
- **Instructivo de Trabajo del Bodeguero de Materia Prima.**

Función Principal.

Será el responsable de abastecer con componentes a todos los Centros de Trabajo (desde el **CT1** hasta el **CT4**), procurando que siempre cuenten con material suficiente para fabricar.

Procedimiento.

- Se ubicará al inicio en la **Bodega de Materia Prima (BMP)**, de donde tomará las piezas necesarias para abastecer a cada **CT**, una vez que la corrida inicie podrá desplazarse entre las diversas estaciones de trabajo.

- Contará con un equipo especial para poder realizar la distribución desde la **BMP** a cada **CT**.
- Podrá abastecer a cada **CT** como crea conveniente siempre y cuando respete la política de reabastecimiento: **ÚNICAMENTE** puede llevar 10 piezas de cada producto y el doble en el caso de las piezas que se colocan en pares, asimismo es usted quien determina en que momento realizará cada reposición de piezas.
- Debe retirar los productos terminados después de haber sido comprados por el cliente, para desarmarlos y colocar cada pieza en su ubicación respectiva dentro de la **BMP**, queda a criterio personal determinar en que momento se realizará ésta actividad, teniendo en cuenta que si **NO** la realiza puede provocar un desabastecimiento total a la línea.
- Al finalizar la corrida debe registrar en el **Formato (FR-01)** el número de productos defectuosos encontrados en cada **CT** especificando el modelo al que corresponden.
- Debe entregar el **Formato (FR-01)** completo al Gerente de Producción cada vez que finalice una corrida.

- **Instructivo de Trabajo del Operador CT 1.**

Función Principal.

Será el responsable de realizar el ensamble de las piezas especificado en el **PLANO DE MONTAJE** respectivo de acuerdo al modelo a fabricar.

Procedimiento.

- Se debe ubicar en el puesto de trabajo identificado como **CT1** de acuerdo al **LAYOUT DE DISTRIBUCIÓN**.
- Antes de iniciar el ensamble el Gerente de Producción debe entregarle su **PLANO DE MONTAJE** respectivo y el Plan Maestro de Producción (**MPS**), de tal forma que usted sepa como se realiza el ensamble y en que secuencia va a fabricar los diversos modelos (**BARCO-CARRO-MOTO**).
- Debe realizar el esquema de **SETUP** en cada cambio de modelo. (Los esquemas pueden variar conforme se realicen las mejoras).

- Deberá fabricar **1** producto a la vez. No se puede pre-ensamblar piezas, podrá empezar el siguiente producto cuando finalice el anterior.
- **Instructivo de Trabajo del Operador CT 2.**

Función Principal.

Será el responsable de realizar el ensamble de las piezas especificado en el **PLANO DE MONTAJE** respectivo de acuerdo al modelo a fabricar.

Procedimiento.

- Se debe ubicar en el puesto de trabajo identificado como **CT2** de acuerdo al **LAYOUT DE DISTRIBUCIÓN**.
- Antes de iniciar el ensamble el Gerente de Producción debe entregarle su **PLANO DE MONTAJE** respectivo y el **MPS**, de tal forma que usted sepa como se realiza el ensamble y en que secuencia va a fabricar los diversos modelos (**BARCO-CARRO-MOTO**).

- Debe realizar el esquema de **SETUP** en cada cambio de modelo. (Los esquemas pueden variar conforme se realicen las mejoras).
- Debe fabricar **1** producto a la vez. No se puede pre-ensamblar piezas, podrá empezar el siguiente producto cuando finalice el anterior.
- Únicamente puede tomar el producto colocado en la **ZONA DE TRANSFERENCIA** del **CT 1** de acuerdo al lote de transporte indicado. Asimismo debe colocar sus productos ensamblados en la **ZONA DE TRANSFERENCIA** perteneciente a su **CT**.
- Debe colocar los productos defectuosos en la zona de cuarentena. Los productos defectuosos son aquellos que se desarmen mientras coloca las demás piezas. Usted **ÚNICAMENTE** puede re-ensamblar aquellas piezas propias de su **CT**.

- **Instructivo de Trabajo del Operador CT 3.**

Función Principal.

Será el responsable de accionar el horno y controlar los tiempos de procesamiento de acuerdo a cada modelo.

Procedimiento.

- Se debe ubicar en el puesto de trabajo identificado como **CT3** de acuerdo al **LAYOUT DE DISTRIBUCIÓN**.
- Debe realizar el esquema de **SETUP** en cada cambio de modelo. (Los esquemas pueden variar conforme se realicen las mejoras).
- Debe colocar el producto(s) en el horno, y llevar el control del los tiempo(s) de procesamiento del mismo.
- Únicamente puede tomar el producto colocado en la **ZONA DE TRASNFERENCIA** del **CT2** para colocarlo dentro del horno de acuerdo al lote de transporte indicado. Asimismo debe colocar los productos pintados en la **ZONA DE RECEPCIÓN** perteneciente al **CT4**.

- Debe colocar los productos defectuosos en la zona de cuarentena. Los productos defectuosos son aquellos que se desarmen mientras los coloca o retira del horno.
- **Instructivo de Trabajo del Operador CT 4.**

Función Principal.

Será el responsable de realizar el ensamble de las piezas especificado en el **PLANO DE MONTAJE** respectivo de acuerdo al modelo a fabricar.

Procedimiento.

- Se debe ubicar en el puesto de trabajo identificado como **CT4** de acuerdo al **LAYOUT DE DISTRIBUCIÓN**.
- Antes de iniciar el ensamble el Gerente de Producción debe entregarle su **PLANO DE MONTAJE** respectivo y el **MPS**, de tal forma que usted sepa como se realiza el ensamble y en que secuencia va a fabricar los diversos modelos (**BARCO-CARRO-MOTO**).

- Debe realizar el esquema de **SETUP** en cada cambio de modelo. (Los esquemas pueden variar conforme se realicen las mejoras).
- Debe fabricar **1** producto a la vez. No se puede pre-ensamblar piezas, podrá empezar el siguiente producto cuando finalice el anterior.
- Únicamente puede tomar el producto colocado en la **ZONA DE RECEPCIÓN** de su **CT** de acuerdo al lote de transporte indicado.
- Debe colocar sus productos ensamblados en la **ZONA DE TRANSFERENCIA** perteneciente a su **CT** de acuerdo al lote de transporte indicado.
- Debe colocar los productos defectuosos en la zona de cuarentena. Los productos defectuosos son aquellos que se desarmen mientras coloca las demás piezas. Usted **ÚNICAMENTE** puede re-ensamblar aquellas piezas propias de su **CT**.

- **Instructivo de Trabajo del Inspector - Bodeguero de Producto Terminado.**

Función Principal.

Será el responsable de controlar la calidad del producto al final de la línea, retirando del CT4 aquellos que se encuentren defectuosos para garantizar que se entregue al cliente sólo productos de calidad.

Procedimiento.

- Se debe ubicar al final el **CT4**. Deberá realizar la inspección visual de cada producto antes de colocarlo en la **BPT**.
- Debe retirar los productos defectuosos y colocarlos en la zona de cuarentena del **CT4**. Los productos de buena calidad debe colocarlos en la **BPT**, a partir de ese momento están a disposición del cliente.
- Debe entregar al cliente los productos que solicita y debe colocar los productos devueltos por el Cliente en la **ZONA DE CUARENTENA de la BPT**.



- Debe llevar el **Formato FR-02** donde se registre:
 - Los pedidos de los clientes.
 - La cantidad de producto que entrega y vende al cliente.
 - La cantidad de productos defectuosos devueltos por el cliente.
 - La cantidad de inventario inicial y final en la BPT.
- El registro de esta información debe realizarse en cada corrida.
- Debe entregar el **Formato (FR-02)** completo al Gerente de Producción cada vez que finalice una corrida.
- **Instructivo de Trabajo del Cliente.**

Función Principal.

Será el responsable de solicitar al inspector los productos de acuerdo al pedido, revisar cada producto y devolver aquellos de mala calidad (**DEFECTUOSOS**).

Procedimiento.

- Se debe ubicar junto al inspector para que este puede entregarle los productos de acuerdo a los pedidos que va generando el profesor guía.
- Debe revisar cada uno de los productos, y en caso de detectar alguno **DEFECTUOSO** debe **DEVOLVERLO(S)** al inspector.
- Puede llevar pedidos incompletos, es decir, que si en un pedido generado, el inspector no cuenta con alguno de los modelos, o teniendo los modelos no dispone las cantidades solicitadas, podrá llevarse el producto disponible, **SIN** tener opción a **BACKORDER**.
- Los productos comprados pueden ser inmediatamente desensamblados por usted y podrá colocar las piezas en la **BMP** siguiendo el orden correspondiente o entregárselas al **BODEGUERO** para que este disponga la ubicación de las mismas.

3.3. Planos de Montaje

Se realizan planos de montaje que muestren en forma tridimensional la manera adecuada de ensamblar cada modelo en los CT. Para la creación de los planos de montaje se utiliza el programa LEGO Digital Designer que contiene las piezas en digital de los tres productos a fabricar. Adicionalmente se incorpora al plano una secuencia numérica para conocer el orden de ensamble (*Ver Planos de Montaje en el Apéndice 09*).

3.4. Hojas de Registro

Las Hojas de Registro se elaboran para facilitar la recopilación de la información necesaria para el cálculo de los indicadores. Se crean las siguientes hojas de registro:

- Registro de Productos Defectuosos.
- Registro de Pedidos - Ventas y Devoluciones.
- Registro de Tiempo de Ciclo (TC) – Producto en Proceso (WIP).

Se desarrollan Hojas de Registro fáciles de utilizar por los

estudiantes, empleando la terminología utilizada en el Software: RPH MOTORS INDICATORS 1.0 (*Ver Hojas de Registro en el Apéndice 10*).

3.5. Instructivos de Mejora

Se diseñan instructivos de mejora que complementen la explicación del profesor guía, con la finalidad de evitar que los resultados sean afectados por la incorrecta interpretación u olvido de las modificaciones que implican las mejoras seleccionadas.

Se desarrollan instructivos para las siguientes mejoras:

- Calidad en la Fuente.
- Desarrollo de Proveedores.
- SMED.
- Kanban.
- Cambiar Tamaño del Horno de Pintura.

(Ver Instructivos de Mejora en el Apéndice 11).

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Como conclusión general, el Caso de Estudio: Fábrica RPH MOTORS además de aportar al mejoramiento del proceso de aprendizaje teórico/práctico, permite el desarrollo del pensamiento creativo y crítico del estudiante mediante el análisis de diversas metodologías y técnicas de producción.

Al finalizar el proyecto se alcanzaron los siguientes puntos:

- El diseño de un modelo de simulación donde los estudiantes puedan interactuar en un ambiente similar al de una Industria, percibir sus problemas y analizar soluciones viables.

- Logra que el estudiante entienda el funcionamiento de cada metodología y/o técnica propuesta, así como también la interacción entre ellas, buscando que cada cambio planteado por el Grupo Consultor siga una secuencia lógica que garantice el mejor desempeño de los indicadores.
- Se determina que los Estándares mínimos a alcanzar en la simulación por cada indicador de desempeño deben ser: Satisfacción del Cliente 82%, Costos de Mantenimiento de Inventario \$13,88, Producción 60 u, Cumplimiento 97%, Inventario de Producto Terminado 0 u, Utilidad Perdida \$ 286,15 y Utilidad \$1485,35.
- Los estándares establecidos representan los niveles ideales alcanzados por la Fábrica Académica RPH MOTORS en cada indicador, los cuales constituyen las metas a alcanzar por cada Grupo Consultor.
- El estudiante aprende a interpretar Gráficas de Resultados, considerando que: para mejorar un indicador(es) será necesario sacrificar otro(s), y que esta priorización dependerá de los objetivos que el Grupo Consultor persiga.

- Fomenta el trabajo en equipo, dando valor a cada integrante del Grupo Consultor, independientemente del cargo a desempeñar dentro de la Fábrica Académica. Logra que los estudiantes comprendan la importancia de incluir a todos los miembros de una organización en la búsqueda de nuevas propuestas de cambios.

4.2.Recomendaciones

Para el éxito en la simulación del Caso de Estudio: Fábrica RPH MOTORS se recomienda que:

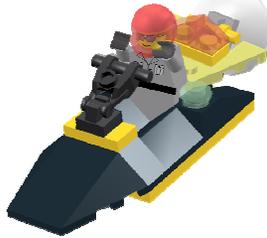
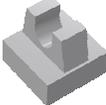
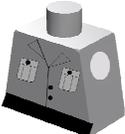
- El profesor guía motive a sus estudiantes sobre el objetivo que persigue la simulación, y los beneficios que obtendrán si se realiza correctamente.
- El profesor guía verifique que sus estudiantes han leído y analizado el Caso de Estudio previamente, para asegurar que en el tiempo de análisis inicial se despejen únicamente dudas; caso contrario este tiempo se extenderá afectando el tiempo dedicado a la simulación, y por consiguiente los resultados no serán los esperados.

- Si se cuenta con un número mayor de integrantes para la simulación se sugiere crear nuevos centros de trabajos que realicen los pre-ensambles de piezas, eliminando el supuesto de que estos son realizados por los proveedores. Con la finalidad de analizar el efecto de contar con Líneas de Abastecimiento que suministren el material a la Línea Principal.
- Si el tiempo disponible para la simulación es superior a 2 horas se propone que la Línea inicial NO se encuentre balanceada y ni con un Flujo continuo, sino que estas opciones formen parte del Listado de Mejoras.
- El proyecto se podría simular sin considerar la política de retornar a las Condiciones Iniciales al finalizar cada corrida.
- No acumular las mejoras entre cada corrida, con el objeto de analizar el impacto que cada Técnica y/o Metodología implementada tiene en la Línea de Producción.

APÉNDICES

APÉNDICE - 01

PRE-ENSAMBLE DE PIEZAS: BARCO

			
PIEZAS	ENSAMBLE	CÓDIGO	
 		B03	
  		B05	
  		B07	
    		B09	

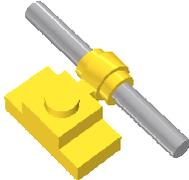
APÉNDICE - 02

PRE-ENSAMBLE DE PIEZAS: CARRO

					
PIEZAS		ENSAMBLE	CÓDIGO		
			C01		
			C05		
			C06		
			C07		
			C08		
			C12		
			C13		
					C14

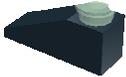
APÉNDICE - 03

PRE-ENSAMBLE DE PIEZAS: MOTO

			
PIEZAS		ENSAMBLE	CÓDIGO
			M03
			M04
			M06
			M07
			M08
			M09

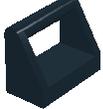
APÉNDICE - 04

PIEZAS ENSAMBLADAS CT1: ENSAMBLE PIEZAS BASES

MODELO	PIEZAS	CÓDIGO
<p style="text-align: center;">BARCO</p> 		B01
		B02
		B03
<p style="text-align: center;">CARRO</p> 		C01
		C02
		C03
		C04
		C05
		C06
<p style="text-align: center;">MOTO</p> 		M01
		M02
		M03
		M04

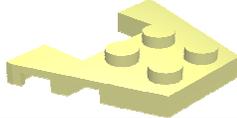
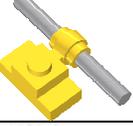
APÉNDICE - 05

PIEZAS ENSAMBLADAS CT2: ENSAMBLE PIEZAS MEDIAS

MODELO	PIEZAS	CÓDIGO
BARCO 		B04
		B05
		B06
CARRO 		C07
		C08
		C09
		C10
		C11
MOTO 		M05
		M04
		M06

APÉNDICE - 06

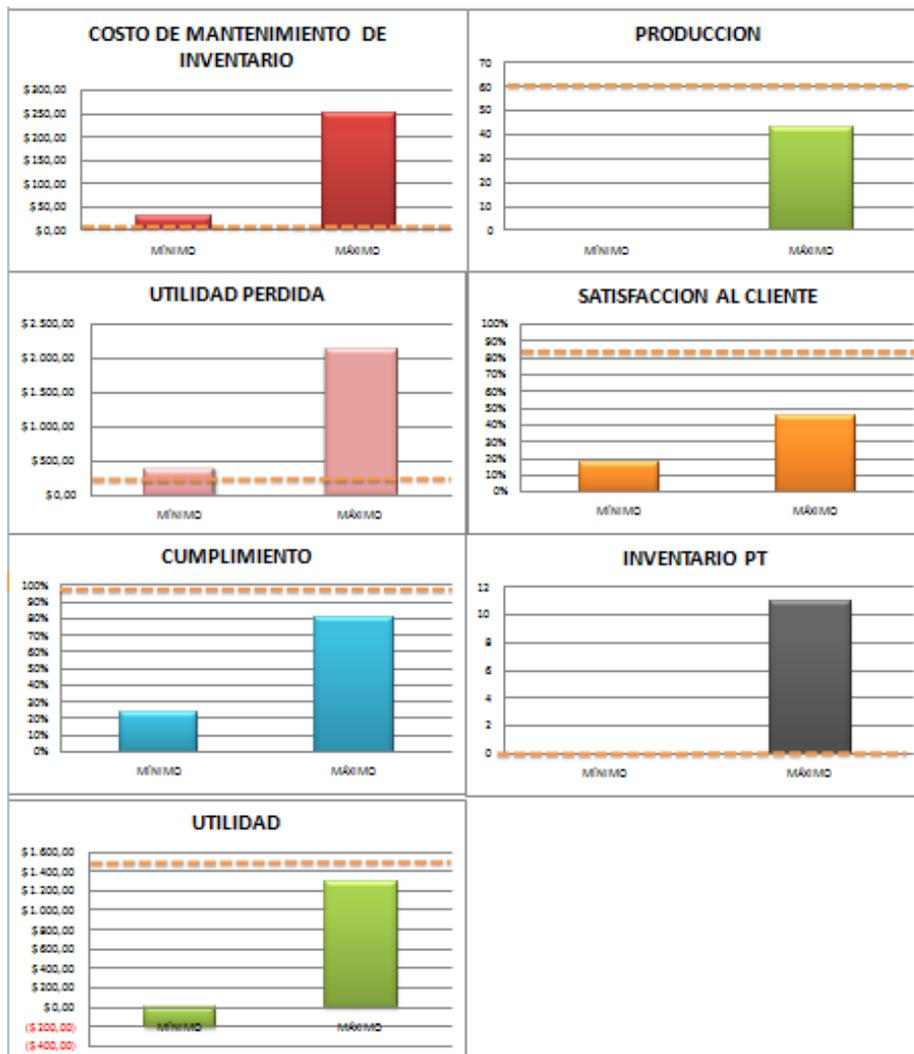
PIEZAS ENSAMBLADAS CT4: ENSAMBLE PIEZAS ESPECIALES

MODELO	PIEZAS	CÓDIGO
BARCO 		B07
		B08
		B09
CARRO 		C12
		C13
		C14
MOTO 		M07
		M08
		M09

APÉNDICE - 07

ESTANDARES DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

INDICADOR DE DESEMPEÑO	MÍNIMO	MÁXIMO	ESTÁNDAR
COSTO DE MANTENIMIENTO DE INVENTARIO	\$ 30,9	\$ 250,72	\$ 13,88
PRODUCCION	0 u	43 u	60 u
CUMPLIMIENTO	24%	81%	97%
SATISFACCION AL CLIENTE	18%	45%	82%
INVENTARIO PT	0 u	11 u	0 u
UTILIDAD PERDIDA	\$ 389,90	\$ 2104,4	\$ 286,15
UTILIDAD	\$ -208,9	\$ 1290,07	\$ 1485,35



APÉNDICE - 08

FOTOS DE LAS SIMULACIONES REALIZADAS

Fotos de Simulación con Estudiantes entre 17 a 27 años de edad.



Fotos de Simulación en Postgrado con Estudiantes de un MBA en el Módulo de Producción.

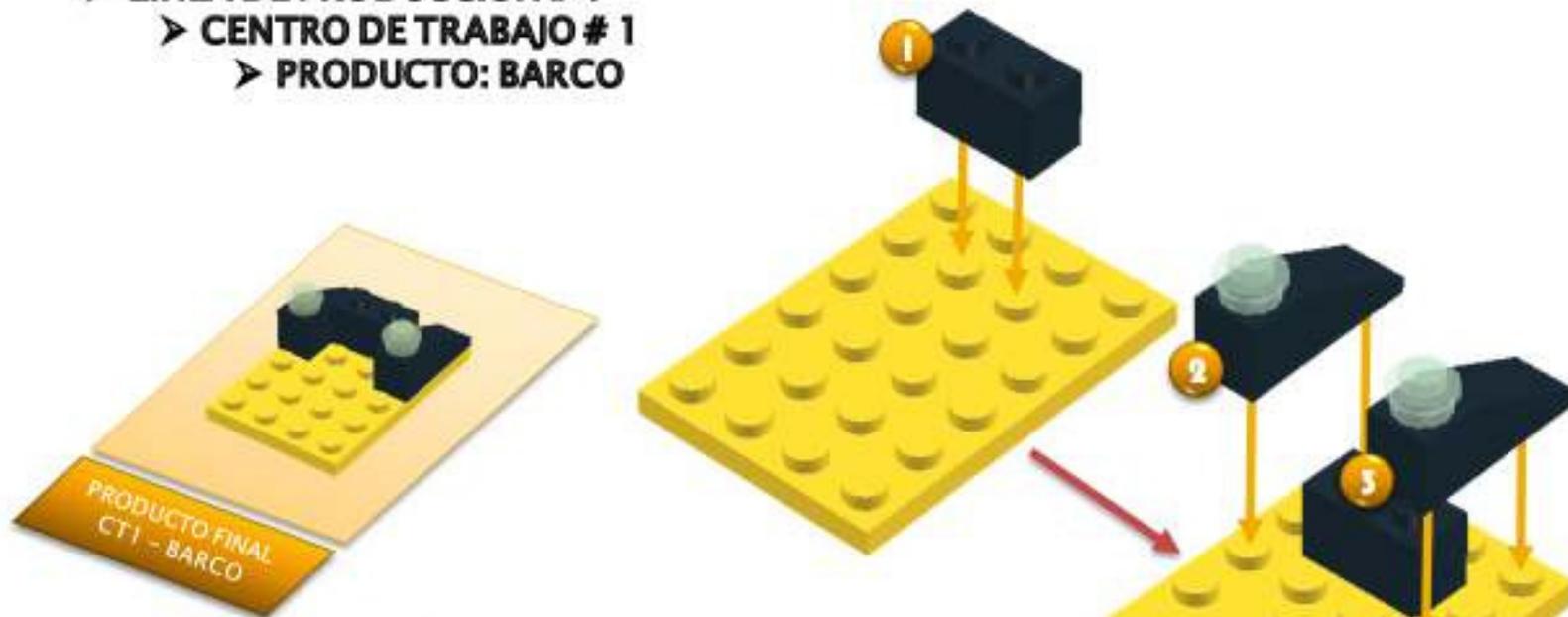


APÉNDICE - 09

PLANOS DE MONTAJE

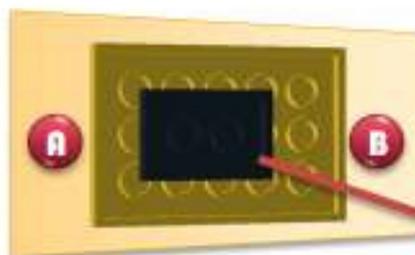
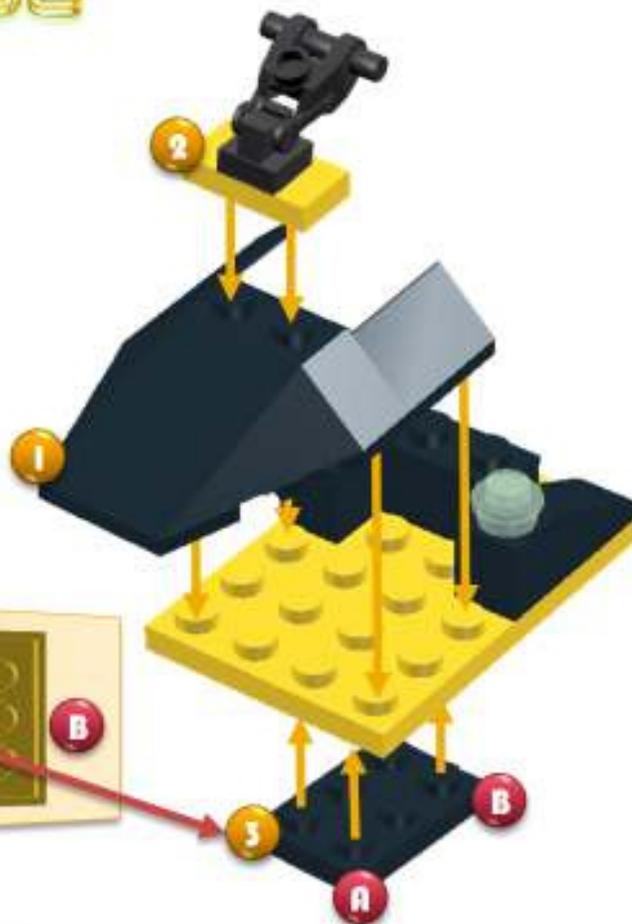
PLANO DE MONTAJE

- LINEA DE PRODUCCION # 1
- CENTRO DE TRABAJO # 1
- PRODUCTO: BARCO



PLANO DE MONTAJE

- LINEA DE PRODUCCION # 1
- CENTRO DE TRABAJO # 2
- PRODUCTO: BARCO



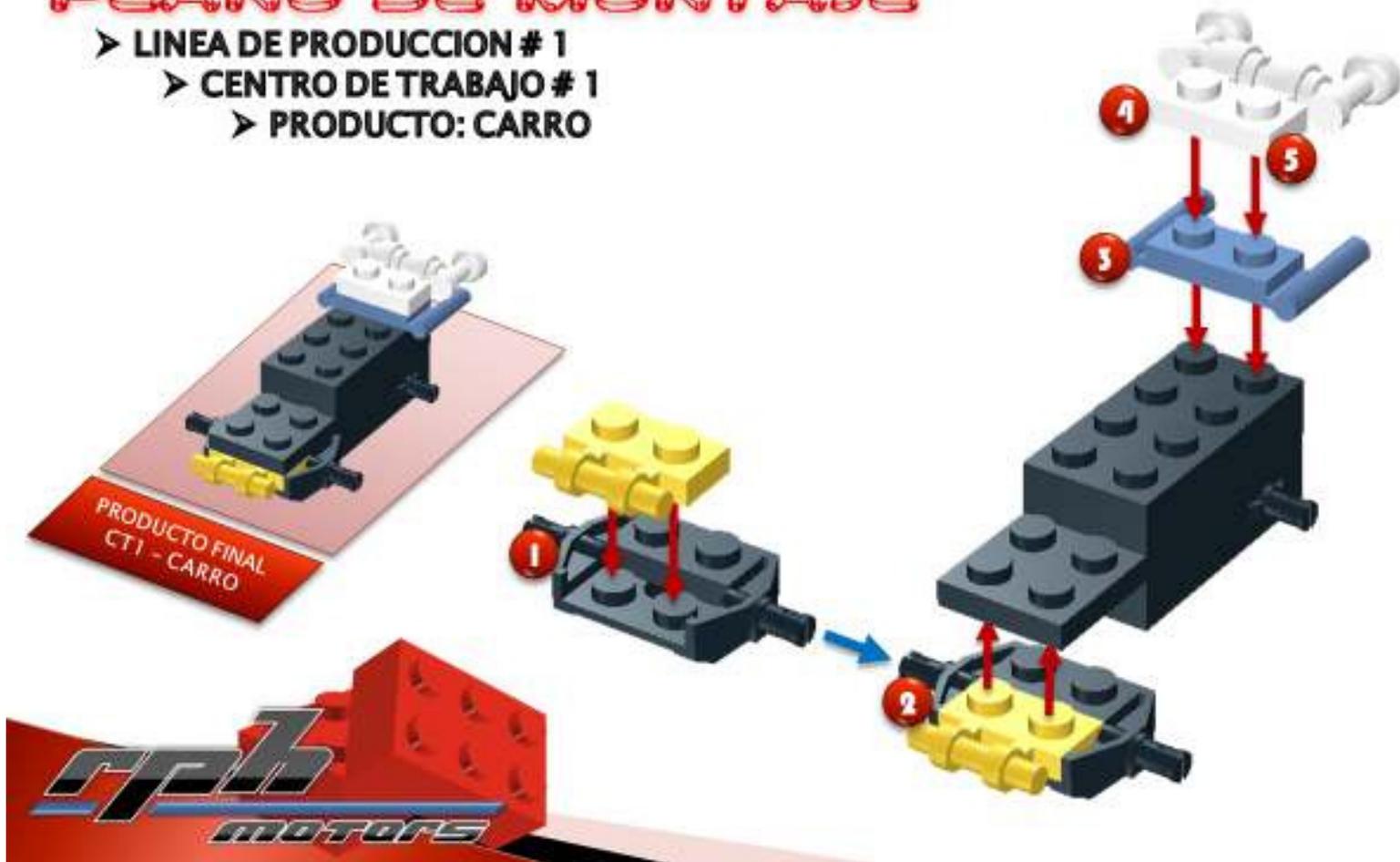
PLANO DE MONTAJE

- LINEA DE PRODUCCION # 1
- CENTRO DE TRABAJO # 4
- PRODUCTO: BARCO



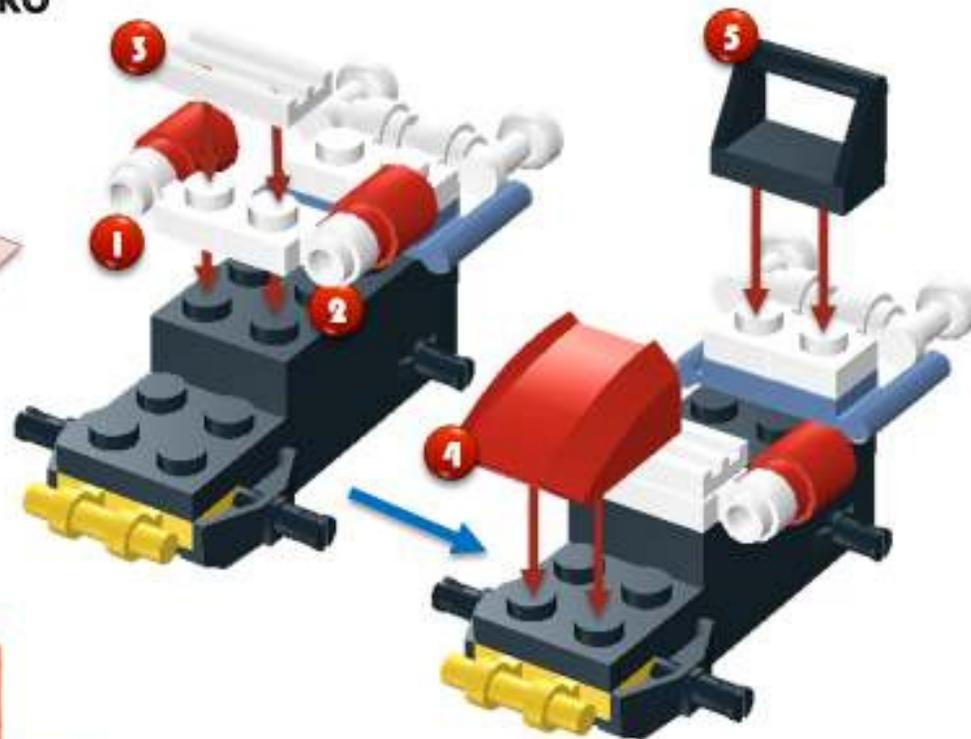
PLANO DE MONTAJE

- LINEA DE PRODUCCION # 1
 - CENTRO DE TRABAJO # 1
 - PRODUCTO: CARRO



PLANO DE MONTAJE

- LINEA DE PRODUCCION # 1
 - CENTRO DE TRABAJO # 2
 - PRODUCTO: CARRO



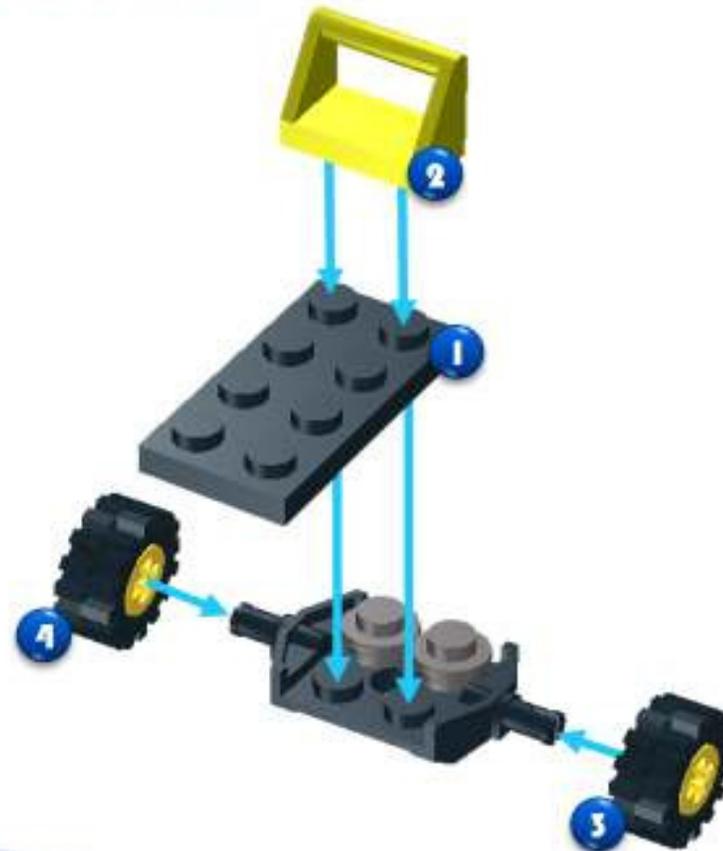
PLANO DE MONTAJE

- LINEA DE PRODUCCION # 1
- CENTRO DE TRABAJO # 4
- PRODUCTO: CARRO



PLANO DE MONTAJE

- LINEA DE PRODUCCION # 1
- CENTRO DE TRABAJO # 1
- PRODUCTO: MOTO



PLANO DE MONTAJE

- LINEA DE PRODUCCION # 1
 - CENTRO DE TRABAJO # 2
 - PRODUCTO: MOTO



PLANO DE MONTAJE

- LINEA DE PRODUCCION # 3
- CENTRO DE TRABAJO # 4
- PRODUCTO: MOTO





Fotos de Simulación con Estudiantes en la Materia: Producción 2.





APÉNDICE - 10

HOJAS DE REGISTRO

GRUPO CONSULTOR: _____

REGISTRO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS

CORRIDA #			
PRODUCTO			
CT	BARCO	CARRO	MOTO
1			
2			
3			
4			

CORRIDA #			
PRODUCTO			
CT	BARCO	CARRO	MOTO
1			
2			
3			
4			

CORRIDA #			
PRODUCTO			
CT	BARCO	CARRO	MOTO
1			
2			
3			
4			

CORRIDA #			
PRODUCTO			
CT	BARCO	CARRO	MOTO
1			
2			
3			
4			

GRUPO CONSULTOR: _____

CORRIDA # _____

REGISTRO DE PEDIDOS - VENTAS - DEVOLUCIONES

No	PRODUCTOS PEDIDOS			PRODUCTOS ENTREGADOS			DEVOLUCIONES			PRODUCTOS VENDIDOS			PEDIDOS COMPLETOS
	BARCO	CARRO	MOTO	BARCO	CARRO	MOTO	BARCO	CARRO	MOTO	BARCO	CARRO	MOTO	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
TOTALES													

* REGISTRE EN LA COLUMNA DE PRODUCTOS VENDIDOS SOLO LA CANTIDAD DE PRODUCTOS QUE EL CLIENTE SE LLEVA. (CONSIDERE LAS REPOSICIONES).

* MARQUE CON UN VISTO SI SE VENDE LA CANTIDAD REQUERIDA DE CADA MODELO EN LAS COLUMNAS GRISES DE "PRODUCTOS VENDIDOS".

* SOLO SI TIENE 3 VISTOS EN LAS COLUMNAS GRISES DE "PRODUCTOS VENDIDOS" POR CADA PEDIDO, COLOQUE 1 EN LA COLUMNA DE "PEDIDOS COMPLETOS" CASO CONTRARIO COLOQUE 0.

REGISTRO DE INVENTARIO INICIAL BPT

INVENTARIO INICIAL BPT
BARCO
CARRO
MOTO

REGISTRO DE INVENTARIO FINAL BPT

INVENTARIO FINAL BPT
BARCO
CARRO
MOTO

FR-02

Responsable: Inspector y Bodeguero BPT

GRUPO CONSULTOR: _____

CORRIDA #

REGISTRO DE TIEMPO DE CICLO (TC) - PRODUCTO EN PROCESO (WIP)

PRODUCTO	TC	WIP			
		CT1	CT2	CT3	CT4
BARCO					
CARRO					
MOTO					

CORRIDA #

REGISTRO DE TIEMPO DE CICLO (TC) - PRODUCTO EN PROCESO (WIP)

PRODUCTO	TC	WIP			
		CT1	CT2	CT3	CT4
BARCO					
CARRO					
MOTO					

CORRIDA #

REGISTRO DE TIEMPO DE CICLO (TC) - PRODUCTO EN PROCESO (WIP)

PRODUCTO	TC	WIP			
		CT1	CT2	CT3	CT4
BARCO					
CARRO					
MOTO					

CORRIDA #

REGISTRO DE TIEMPO DE CICLO (TC) - PRODUCTO EN PROCESO (WIP)

PRODUCTO	TC	WIP			
		CT1	CT2	CT3	CT4
BARCO					
CARRO					
MOTO					

CORRIDA #

REGISTRO DE TIEMPO DE CICLO (TC) - PRODUCTO EN PROCESO (WIP)

PRODUCTO	TC	WIP			
		CT1	CT2	CT3	CT4
BARCO					
CARRO					
MOTO					

APÉNDICE - 11

INSTRUCTIVOS DE MEJORA

Instructivo de Mejora

CALIDAD EN LA FUENTE

GENERALIDADES:

- El Operador de cada Centro de Trabajo (CT) es el responsable de detectar y retirar las piezas defectuosas y los productos mal ensamblados que arriban de la zona de transferencia, para colocarlos en las respectivas zonas de cuarentena.

DESCRIPCIÓN:

- Debe detectar los productos de mala calidad y retirarlos a la zona de cuarentena.
- Una vez detectado un defecto en cualquier producto debe notificar **INMEDIATAMENTE** a su compañero del CT anterior para que pueda realizar las correcciones oportunas.



Instructivo de Mejora

DESARROLLO DE PROVEEDORES

GENERALIDADES:

- Se implementa un programa de desarrollo de proveedores de tal manera que garantice que toda la Materia Prima que compre RPH MOTORS venga con cero defectos.

DESCRIPCIÓN:

- Las piezas verdes se mantendrán como parte del inventario pero se deben considerar en el proceso como de **BUENA CALIDAD**.



Instructivo de Mejora

SMED

GENERALIDADES:

- Esta técnica permitirá a RPH MOTORS reducir sus tiempos de SETUP en todos los Centros de Trabajo (CT) para todos sus modelos a 0 segundos.

DESCRIPCIÓN:

- **NO** debe preparar su CT en cada cambio de modelo. Se eliminan los rompecabezas.



Instructivo de Mejora

KANBAN

GENERALIDADES:

- Se aplica la metodología “Agua Arriba” (PULL), donde el Cliente es quien inicia el proceso de ensamble determinando la cantidad de producto y mix de fabricación.

DESCRIPCIÓN:

- Se cuenta con una política de **SECUENCIACIÓN** que nos indica la prioridad de fabricación de cada producto, donde:  **NIVEL ÓPTIMO**  **PREVENCIÓN**  **CRÍTICO**
- El Operador es el encargado de controlar la Calidad de sus productos. Las funciones del Inspector y Bodeguero de Producto Terminado se restringen únicamente a las de **BODEGUERO DE PRODUCTO TERMINADO**.
- El Tiempo de Ciclo debe ser controlado desde que el Bodeguero de Producto Terminado retira 1 producto del la **BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO** hasta que el Operador del CT 1 lo repone. Se aplica para cada modelo de transporte.



Instructivo de Mejora

CAMBIAR EL TAMAÑO DEL HORNO DE PINTURA

FUNCIONAMIENTO DEL HORNO (TIEMPOS)



BIBLIOGRAFÍA

1. BICHENO JOHN, El Juego de Buckingham JIT, PICSIE LIBROS, 1995.
2. HEINEKE J. y MEILE L., Juegos y Ejercicios para la Gestión de las Operaciones, Prentice Hall, 1995.
3. CHASE Y AQUILANO, Color Acetates para JIT, Producción y Operaciones, 7ª edición, IRWIN, 1995.
4. RAO JAY, NANNI ALFRED y HUNT JAMES, The integrated Management Game (IMG), Babson College, 1998.
5. IAE/UNIVERSIDAD AUSTRAL, Buckingham Jit Game (Abreviado), ACES, 1999.
6. ALFRA CONSULTING, Diplomado para Universitarios
www.youtube.com/watch?v=d3bTWDSMJPK
www.alfraconsulting.com.mx

7. The Real Learning Company

www.youtube.com/watch?v=b-2ZTUw7dLo&feature=related

www.reallearning.com

8. UNIVERSITY OF TOYOTA, Lean Manufacturing Simulation

www.youtube.com/watch?v=VSX3L_RoFpA&feature=related

9. UNIVERSIDAD ANAHUAC, Simulador Lean, Puebla Mexico

www.anahuac.mx

www.youtube.com/watch?v=8QbONGNYLLA

10. BABSON COLLEGE, JITGame

www.faculty.babson.edu/jayrag/cases/imginstr.doc

11. MICHAEL SHULVER, Introducing Supply Uncertainty to the
Buckingham JIT Game, University of Warwick, United Kingdom

www.michael.shulver@wbs.uk

www.ht2.org/conference/pdf/205.pdf