



PROYECTO DE GRADUACIÓN

“Caso de Estudio: Fábrica RPH Motors”

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



ESTRUCTURA DE LA EXPOSICIÓN

- ✘ OBJETIVOS
- ✘ METODOLOGÍA
- ✘ REQUERIMIENTOS PARA LA SIMULACIÓN
- ✘ DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN
 - ✱ PRODUCTO
 - ✱ PROCESO PRODUCTIVO
 - ✱ DEMANDA
 - ✱ REGLAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN *
 - ✱ MEJORAS PROPUESTAS
 - ✱ INDICADORES DE DESEMPEÑO
 - ✱ SISTEMA DE CONTROL *



ESTRUCTURA DE LA EXPOSICIÓN

✘ SISTEMA DE PRODUCCIÓN: CASO DE ESTUDIO

✱ CASO: FÁBRICA RPH MOTORS

✱ INSTRUCTIVOS DE TRABAJO

✱ PLANOS DE MONTAJE

✱ HOJAS DE REGISTRO

✱ INSTRUCTIVOS DE MEJORA

✱ GUÍA DEL INSTRUCTOR

✘ CONCLUSIONES

✘ RECOMENDACIONES



Caso de Estudio: Fábrica RPH Motors



OBJETIVOS

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.



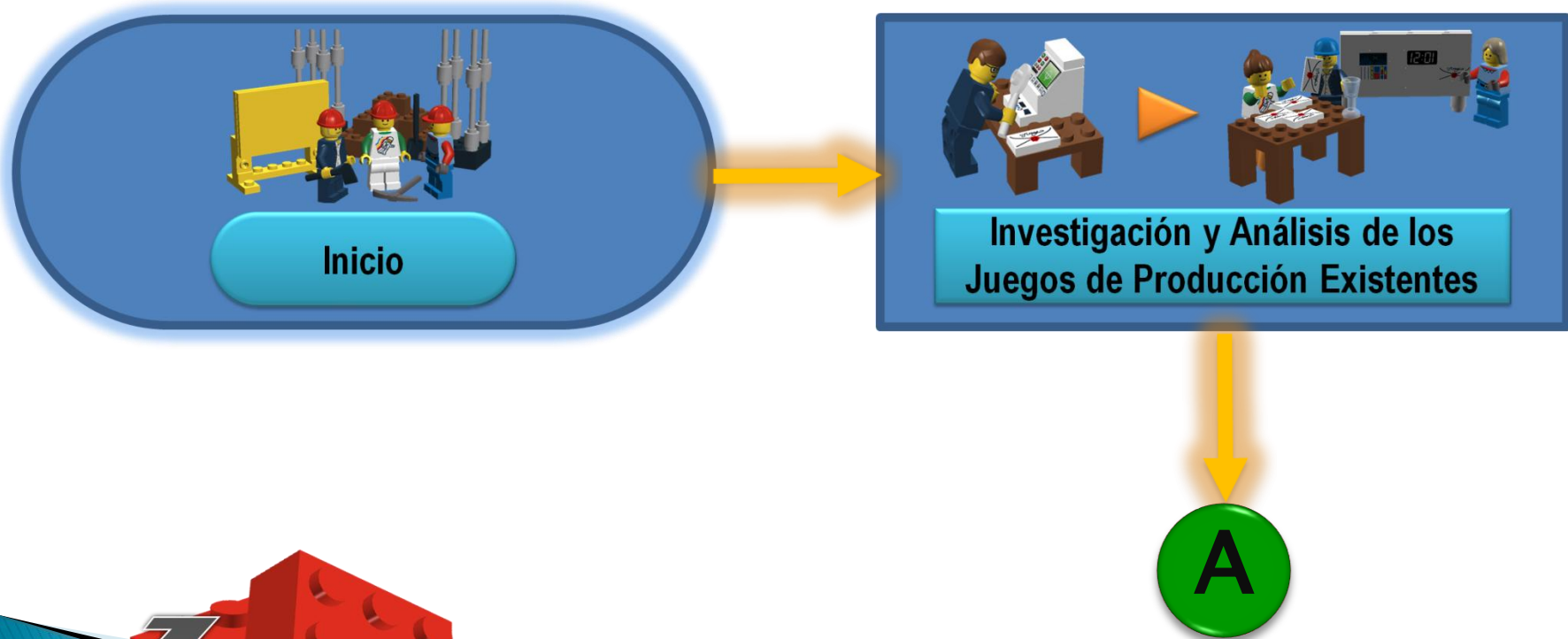
OBJETIVOS

ESPECÍFICOS

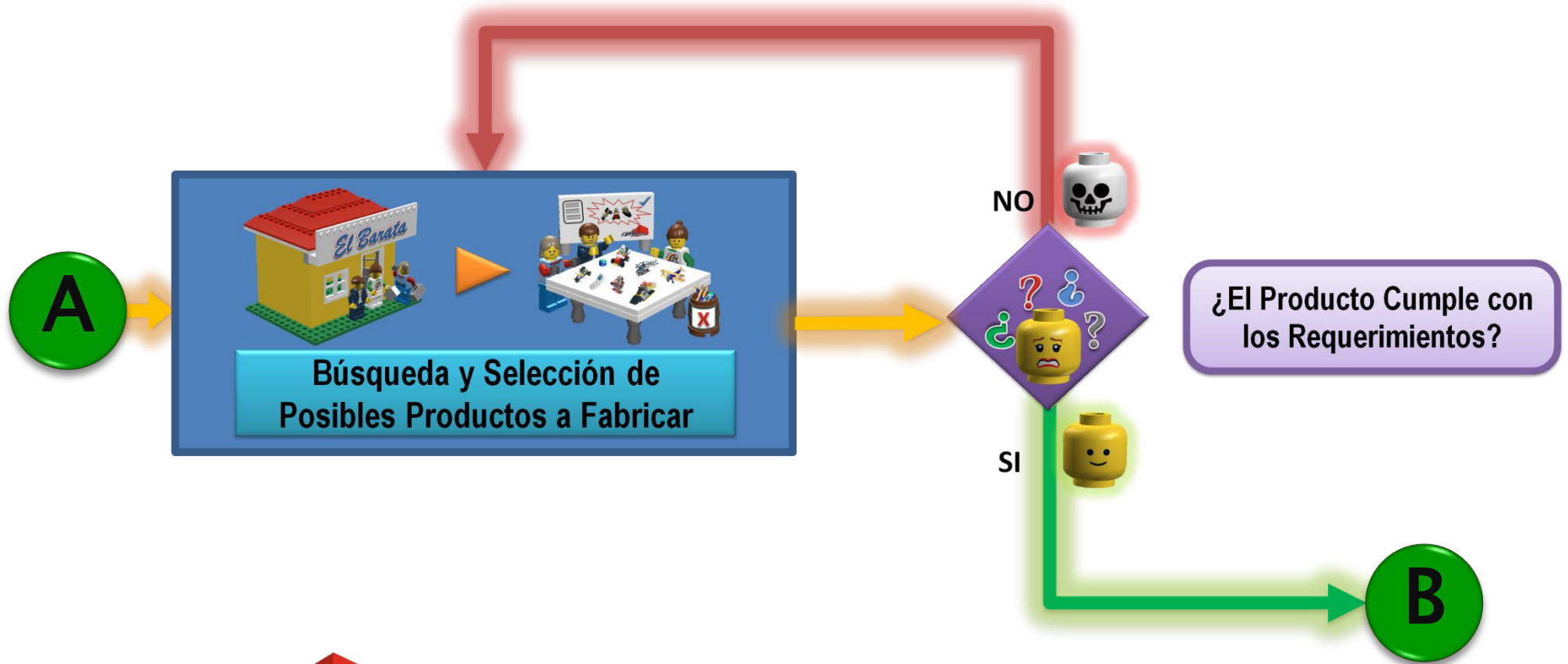
- ✘ Identificar metodologías y técnicas de producción que pueden ser aplicadas en los Sistemas Productivos.
- ✘ Diseñar una Fábrica Académica que pueda producir bajo un Sistema de Producción PULL y un Sistema de Producción PUSH.
- ✘ Diseñar indicadores de desempeño que permitan evaluar las mejoras implementadas durante el desarrollo del Sistema Productivo de la Fábrica Académica.



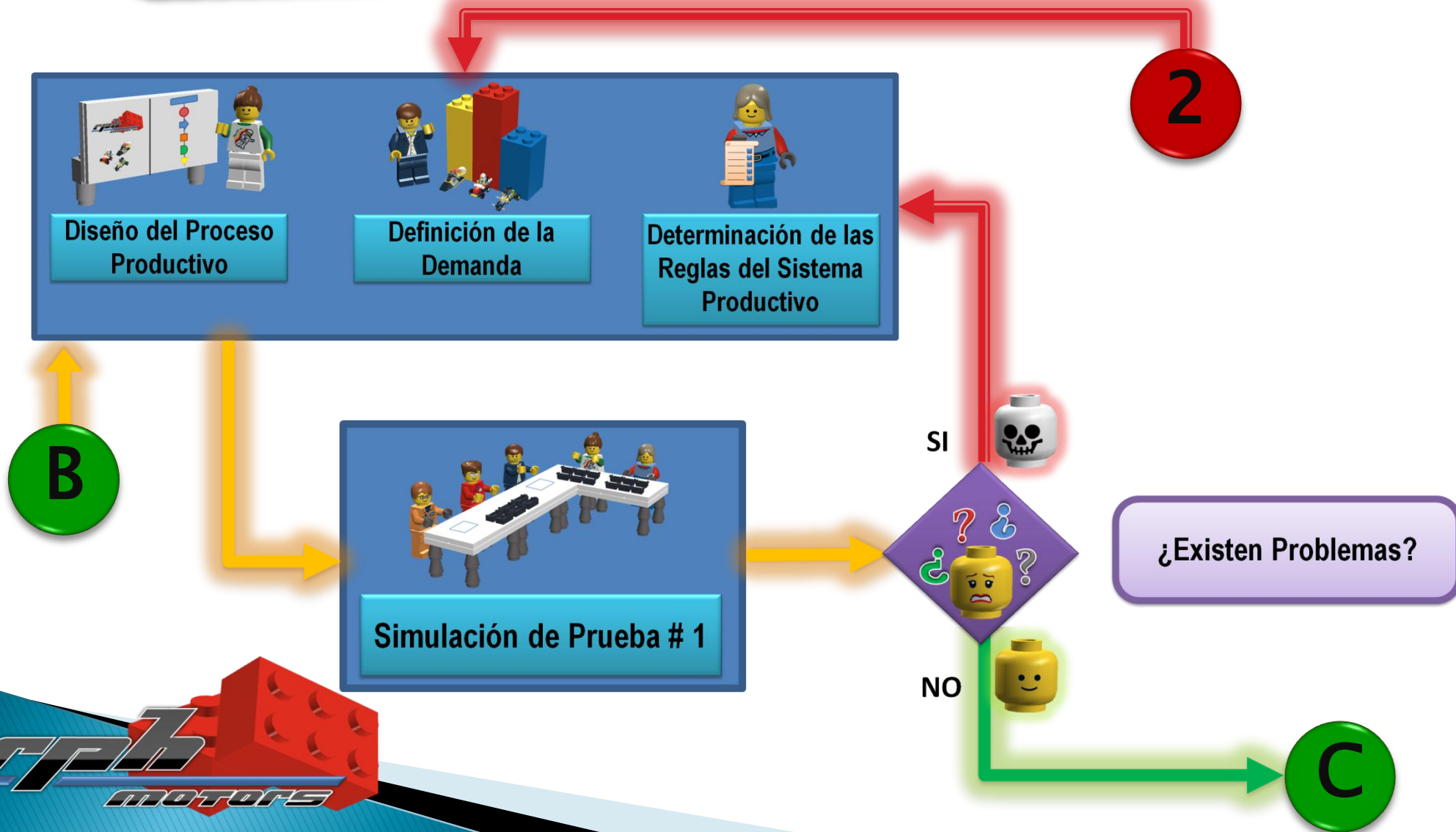
METODOLOGÍA



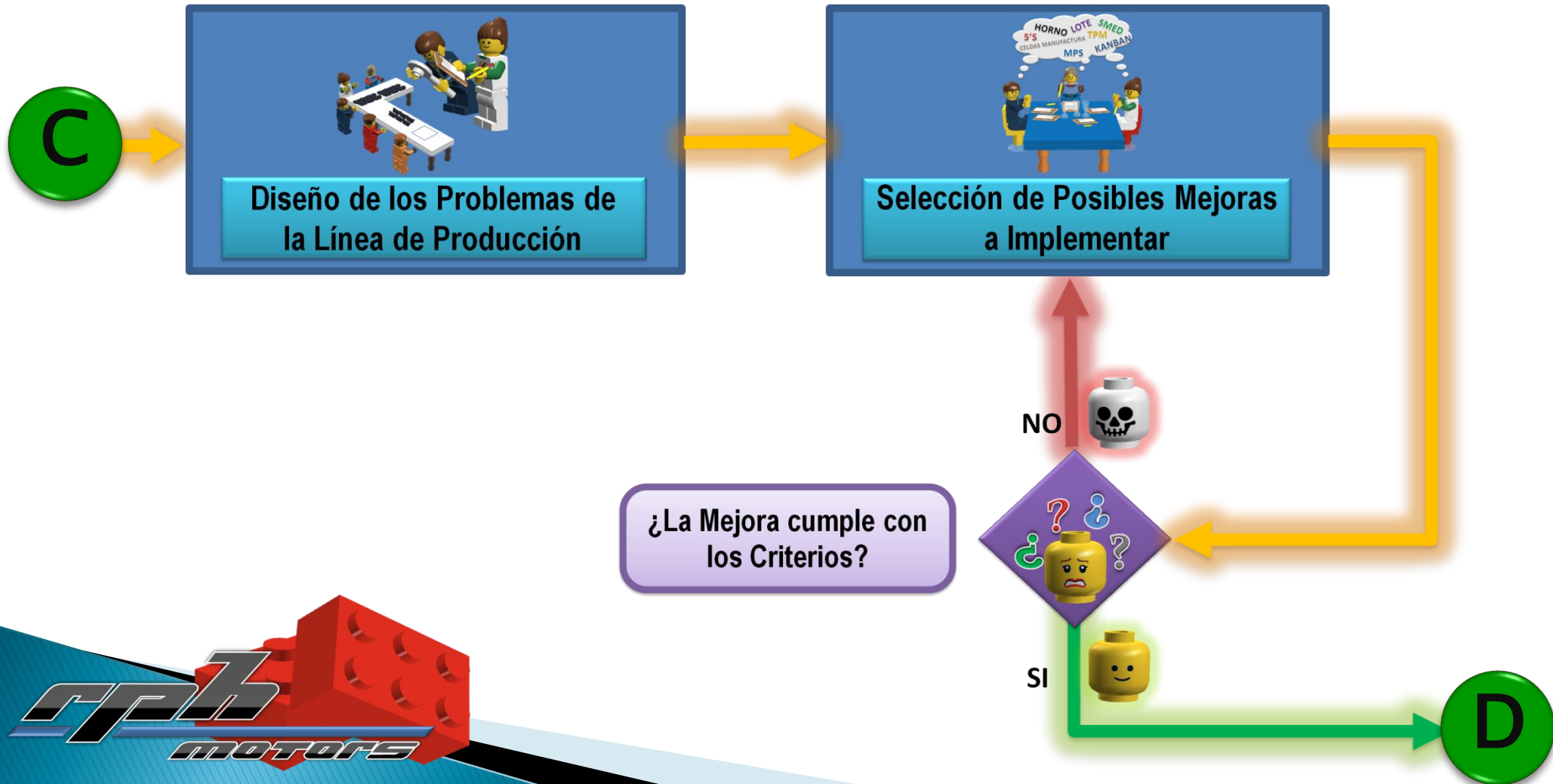
METODOLOGÍA



METODOLOGÍA



METODOLOGÍA



METODOLOGÍA

D

Diseño de Mejoras

Diseño y Construcción de Equipos y Materiales

Simulación de Prueba # 2

Equipos y Materiales

Mejoras

SI

¿Existen Problemas?

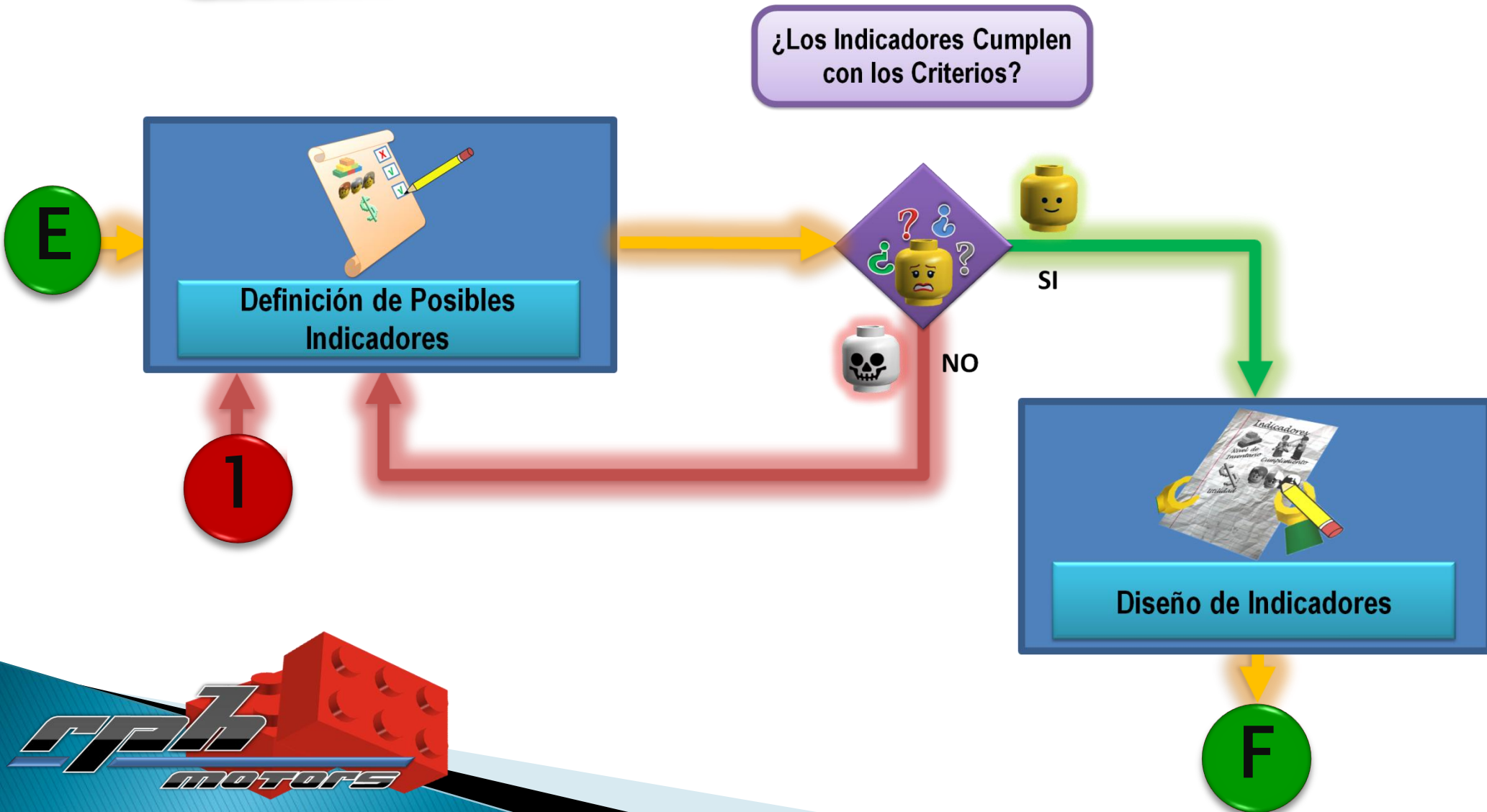
¿Tipos de Problemas?

NO

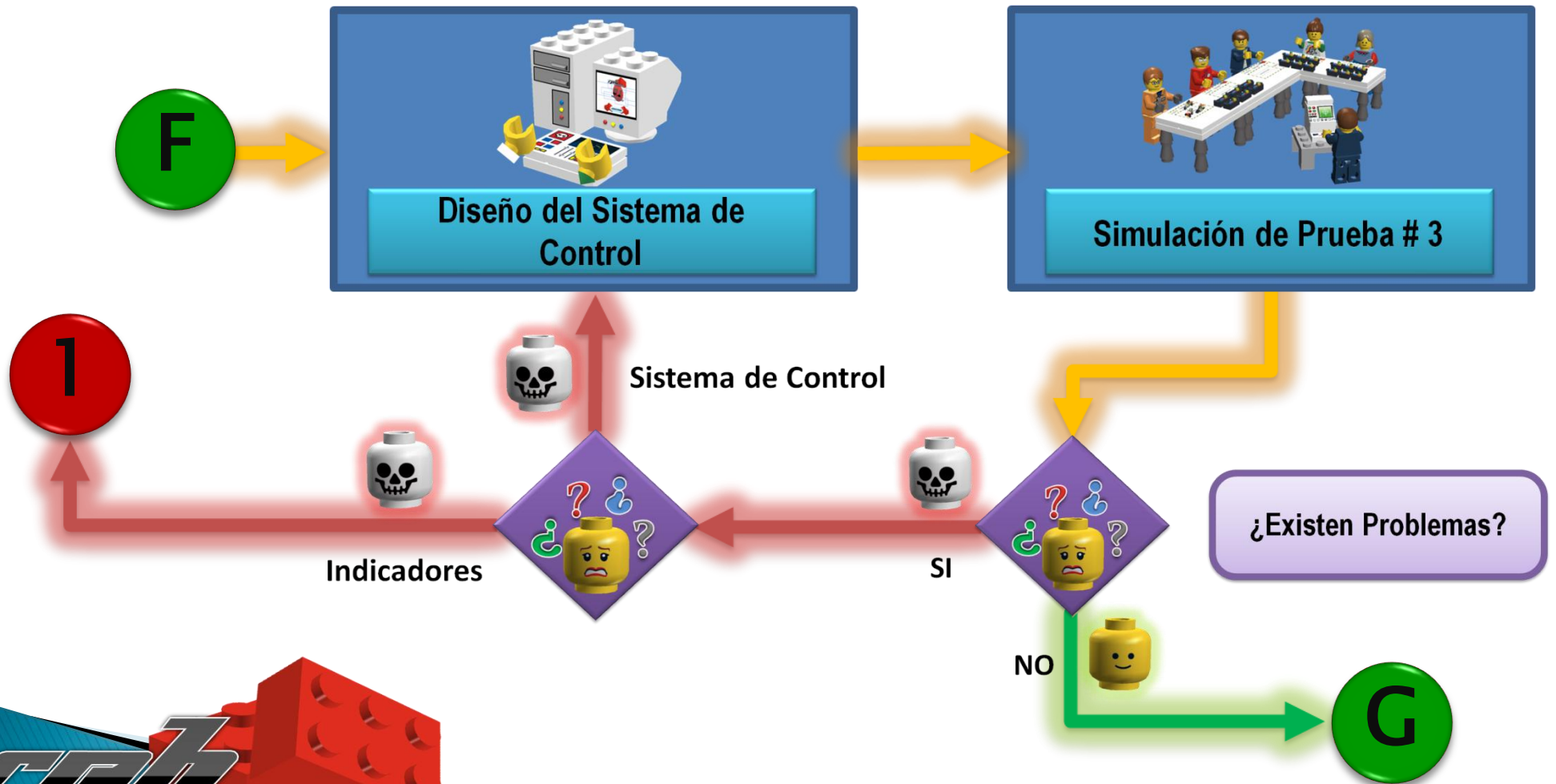
E



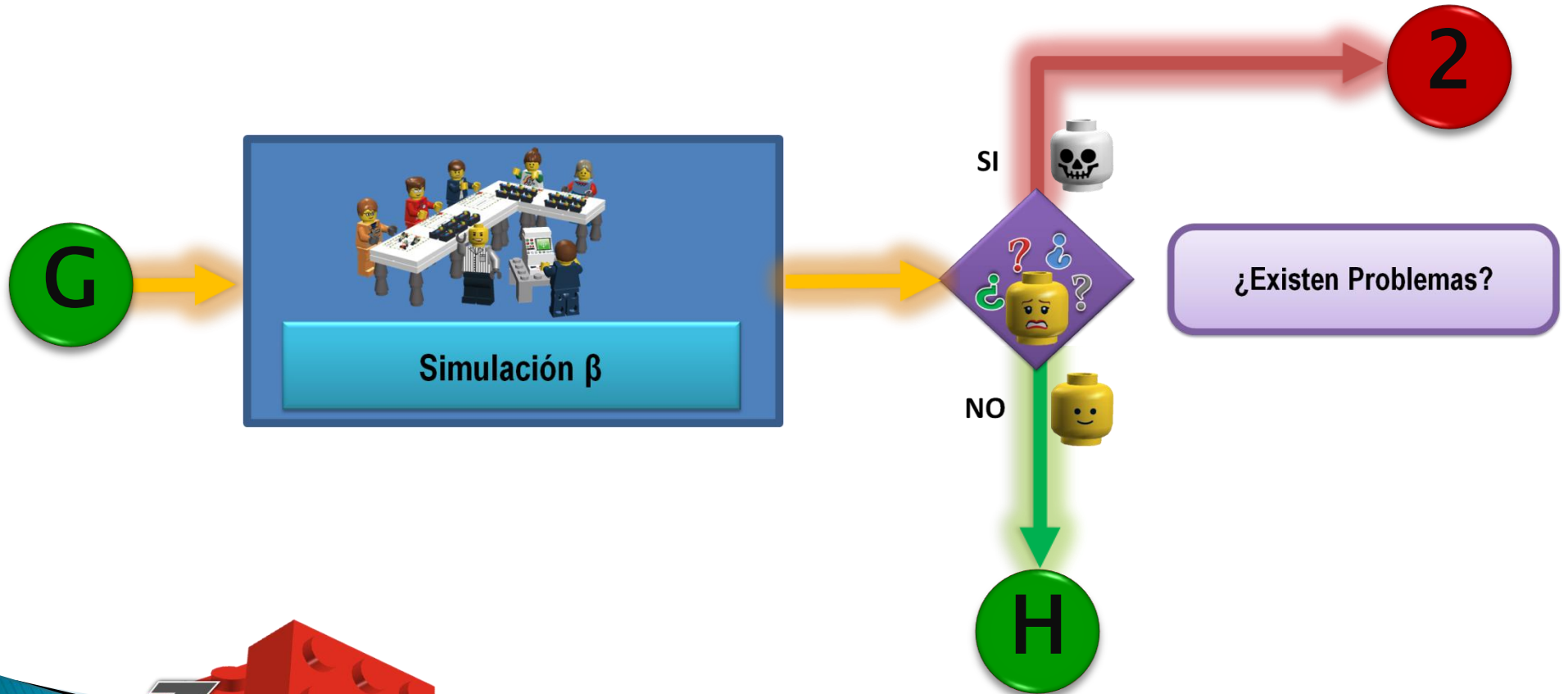
METODOLOGÍA



METODOLOGÍA



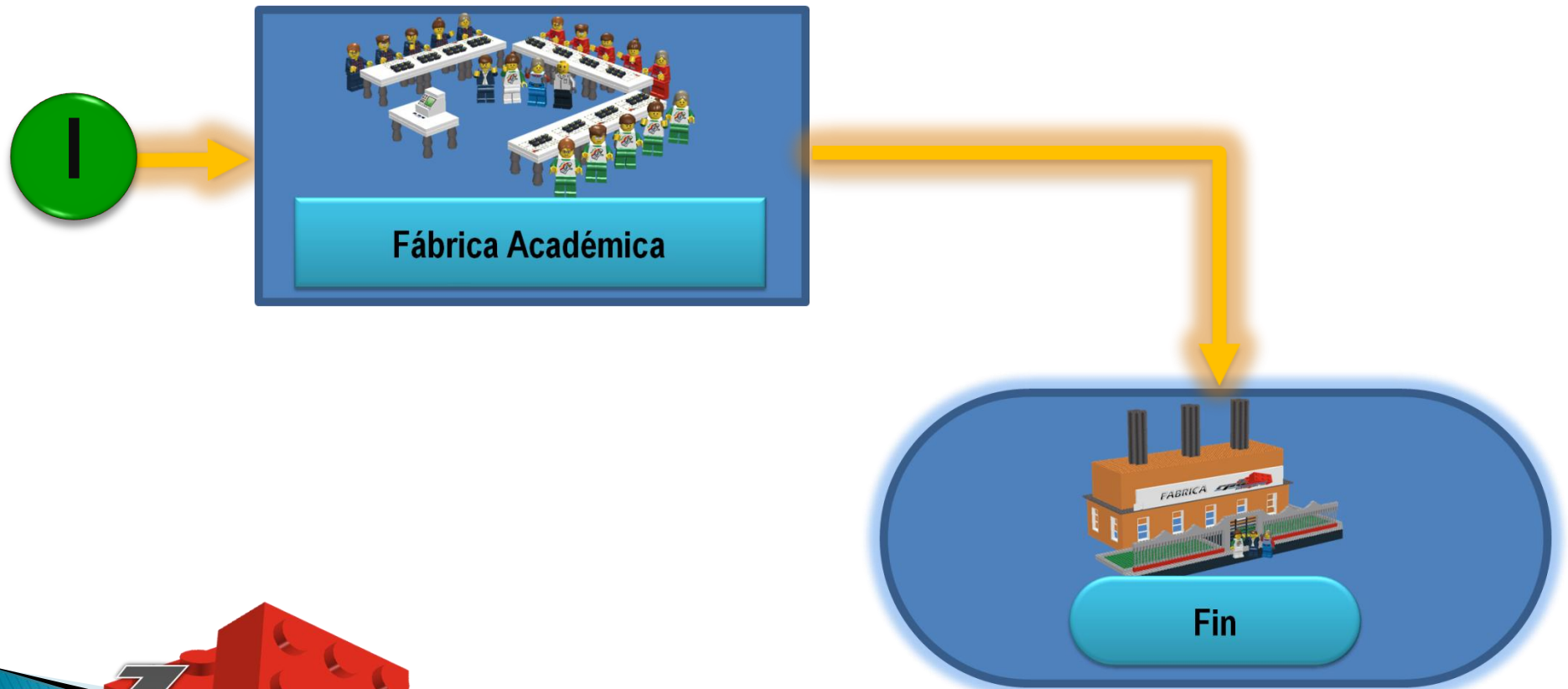
METODOLOGÍA



METODOLOGÍA

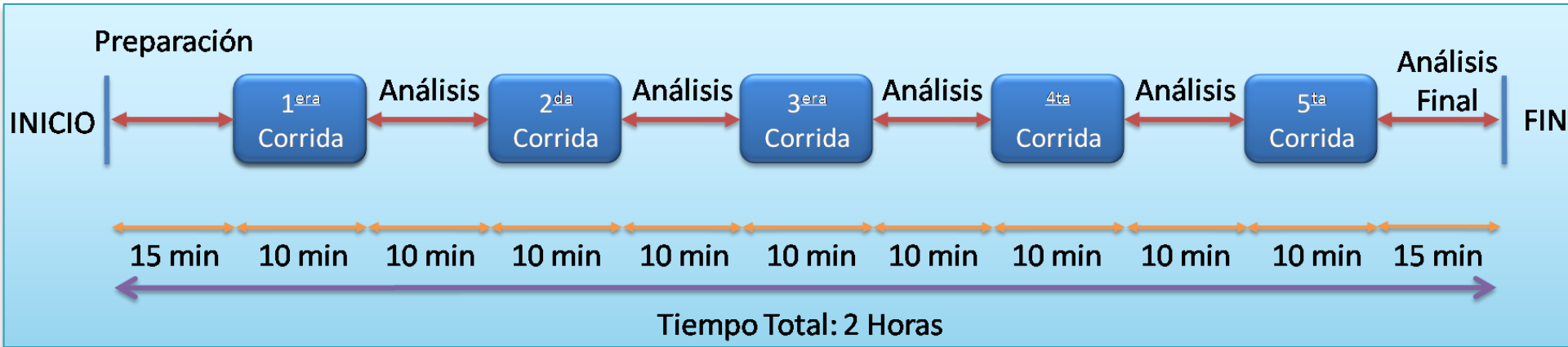


METODOLOGÍA



REQUERIMIENTOS PARA LA SIMULACIÓN

Pregrado



Postgrado



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

PRODUCTO

Requerimientos:

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



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

PROCESO PRODUCTIVO

- × Creación de 4 Centros de Trabajo:
 - × 3 de Ensamble: CT1,CT2 y CT4
 - × 1 de Pintura: CT3
- × Análisis de diferentes opciones de ensamble.
- × Realización de Pre-ensambles de piezas.
- × Distribución de la Carga de Trabajo entre los CT.

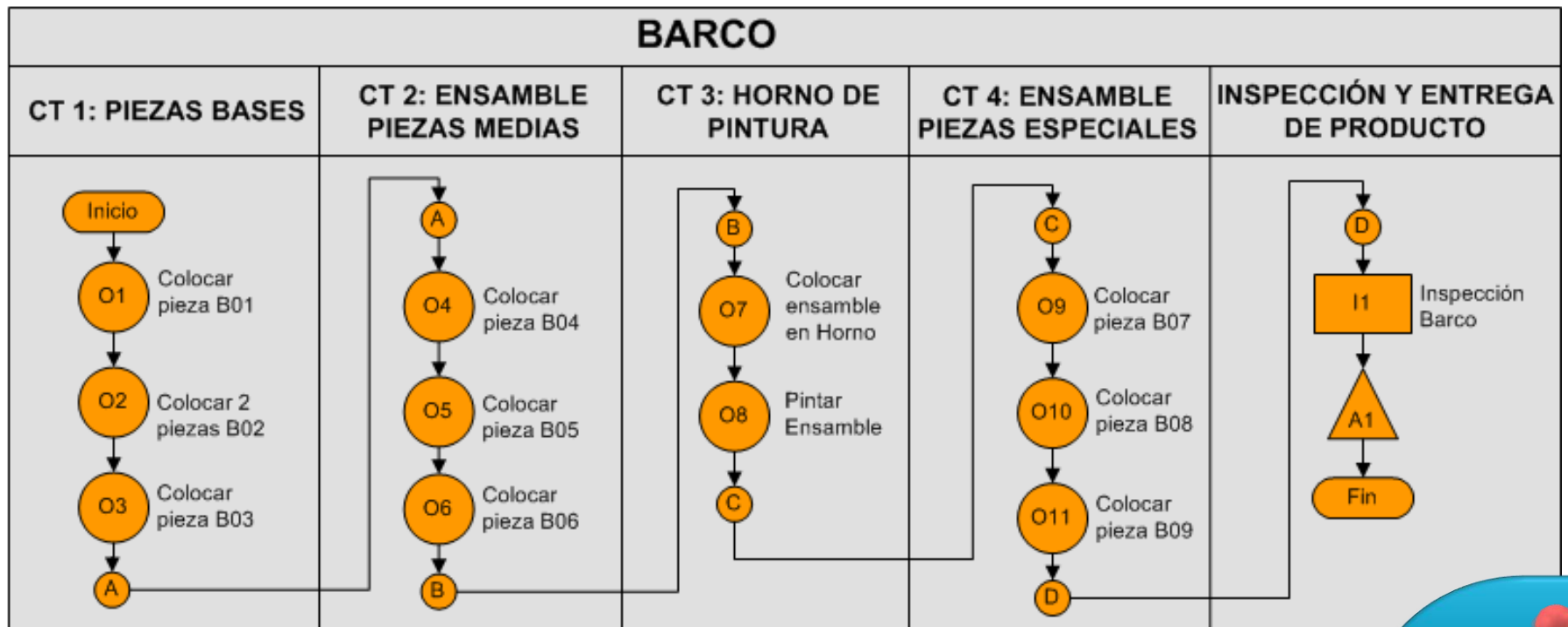
TIEMPO DE CICLO POR PRODUCTO

| 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 |



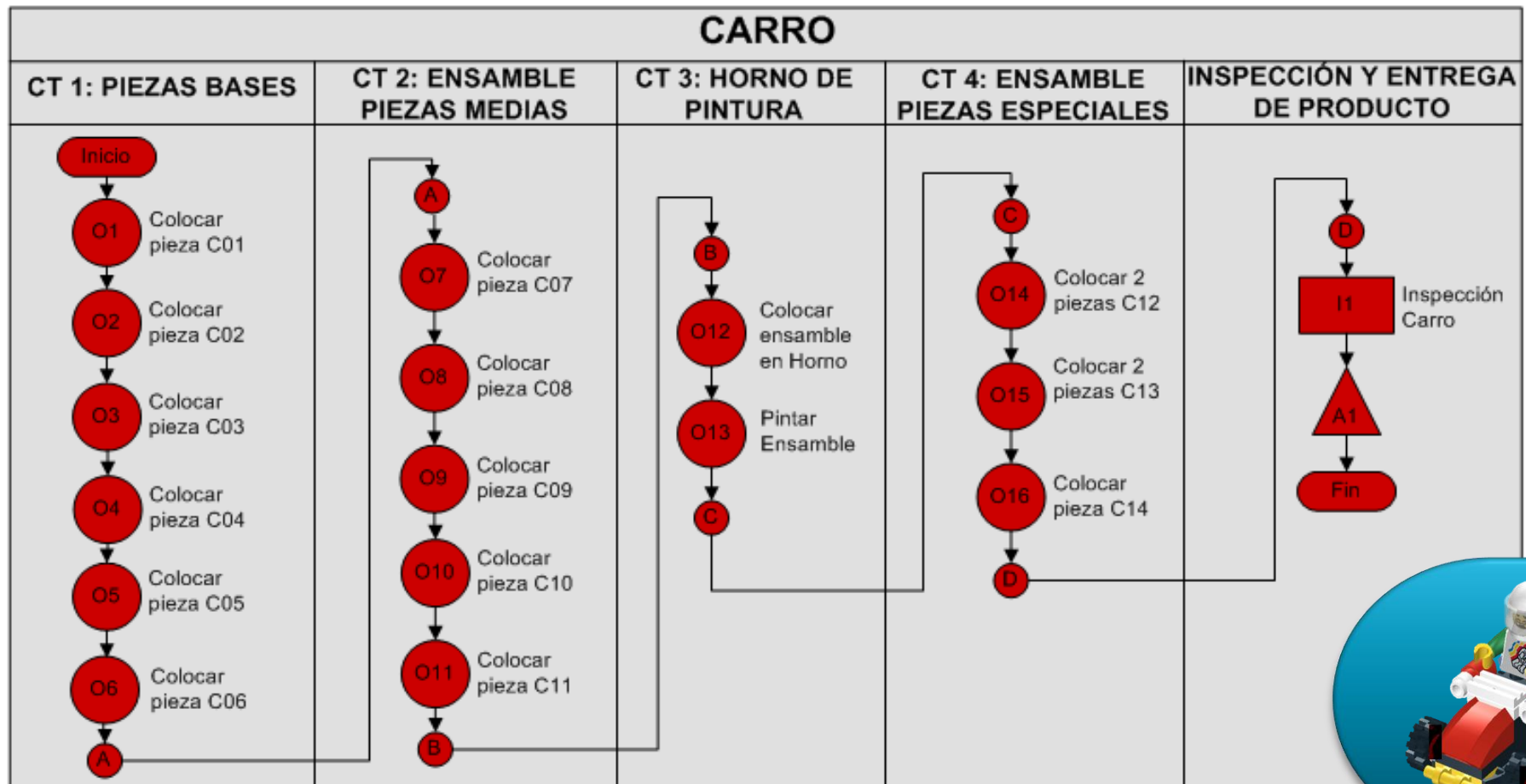
DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

PROCESO PRODUCTIVO: BARCO



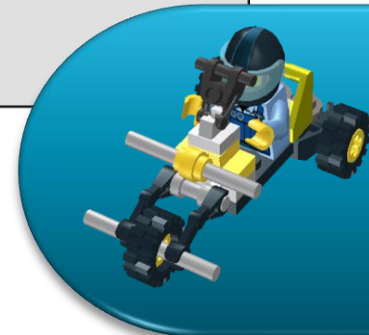
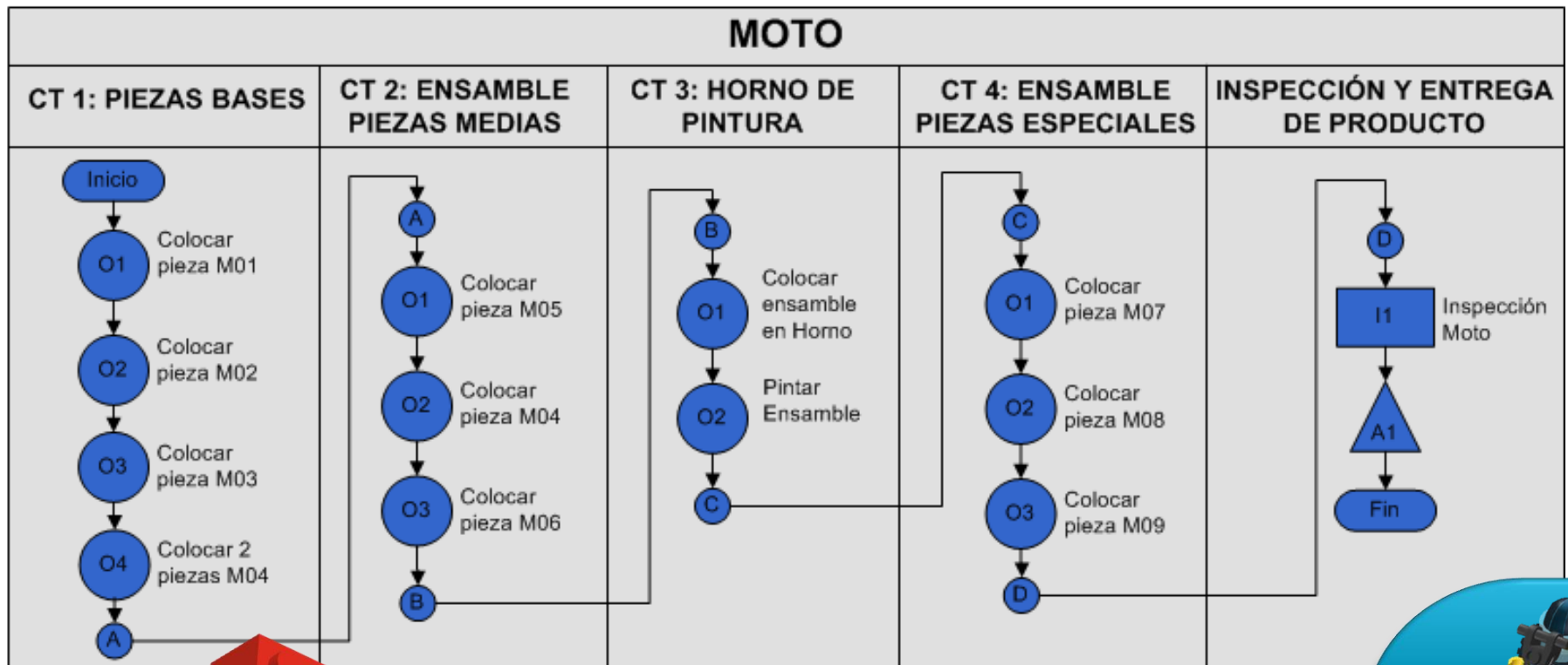
DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

PROCESO PRODUCTIVO: CARRO



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

PROCESO PRODUCTIVO: MOTO



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

DEMANDA

× 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”.

× Fluctuación:

× 0 a 6 unidades para Barcos

× 0 a 4 unidades para Carros; y

× 0 a 2 unidades para Motos

× Se permiten pedidos mixtos

Mínimo: 0 u Máximo: 12 u

TIEMPO ENTRE
ARRIBO CLIENTES
1 MINUTO



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

REGLAS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

- × 3 Líneas de Fabricación, mínimo 8 jugadores.
- × Materia Prima Defectuosa: 3%
- × WIP inicial = 0 y Stock delantero= 10 piezas.
- × Inventario Inicial: 8 Barcos, 6 Carros y 4 Motos.
- × Lote de Transporte=3 unidades.
- × Mix de Productos.
- × MPS Inicial: 8 Barcos, 6 Carros y 4 Motos

Bodeguero de
Materia Prima

Gerente de
Producción

Cliente

Inspector de
Calidad y BPT

Operador:
CT1, CT2, CT3 y CT4



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

MEJORAS PROPUESTAS

Criterios:

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



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

MEJORAS PROPUESTAS

**Modificar el Plan Maestro
de Producción
(Cambiar MPS Actual)**

MPS Actual (8B, 6C, 4M)

MPS Propuestos (6B, 4C, 2M) y (3B, 2C, 1M)

Beneficio: Mayor variedad de productos en BPT

**Implementar Calidad
en la Fuente**

Actualmente: Control de Calidad al final de la Línea
Propone: El Operario de cada CT realice Control de
Calidad

Beneficios: Eliminar Productos Mal Ensamblados
Trabajo con Producto defectuoso
Disminuir Devoluciones



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

MEJORAS PROPUESTAS

Cambiar el Tamaño del Lote de Transporte

Lote Actual: 3 u (Mix)

Lotes Propuestos: 1 u y 10 u (Mix)

Beneficio: Reducir WIP y TC

Flujo de Producción Continua

Aumentar la Disponibilidad de Productos en BPT

Cambiar el Tamaño del Horno de Pintura

Propone: 2 Nuevos Hornos (Cap. Max: 3 u)

Procesan pieza por pieza

Igual tiempo de procesamiento

Requieren Setup solo al Inicio

Beneficio: Elimina Cuello de Botella



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

MEJORAS PROPUESTAS

Desarrollar a
los Proveedores

Propone: Realizar un programa con los proveedores que elimine MP defectuosa

Beneficio: Eliminar trabajo con Productos Defectuosos
Eliminar Devoluciones por MP Defectuosa

Implementar SMED

Propone: Eliminar SETUP

Beneficio: Elimina Tiempos Improductivos
Aumenta el tiempo disponible para Producir



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

MEJORAS PROPUESTAS

Implementar 5 S

Propone: Almacenar MP en Contenedores
Equipo para el Bodeguero MP

Beneficio: Elimina Desorden, Confusiones,
Tiempo Perdido en buscar piezas,
Desabastecimiento.

Cambiar del Sistema
PUSH a PULL (Implementar
Kanban de Piso)

Propone: Producir en función de los pedidos
del cliente (Kanban Piso)

Secuencia de Colores:

V (Nivel Óptimo)

A (Prevención)

R (Crítico)

Beneficios: Controlar el WIP y el Producto en la BPT



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

MEJORAS PROPUESTAS

Reubicar Personal

Propone: Reubicar al personal de acuerdo a sus habilidades

Beneficio: Contar con la persona idónea en cada cargo
Mejorar desempeño de la línea.

Implementar TPM

Propone: Eliminar Breakdowns

Beneficios: Incrementa el tiempo Disponible para Producir



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

INDICADORES DE DESEMPEÑO

Criterios:

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



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Satisfacción del Cliente



Es el porcentaje de pedidos completos que recibe el cliente.

$$SC = \frac{\text{Cantidad Pedidos Completos Entregados}}{\text{Cantidad Pedidos Totales}}$$

Costo de Mantenimiento de Inventario



Es el costo generado por la cantidad de WIP y Producto Terminado en la línea al finalizar cada corrida. (\$)

$$NI = \sum_{p=1}^3 \left(\sum_{i=1}^4 (WIP_{CTi} \times \text{Costo } WIP_{CTi}) + (\text{Inv.Final} \times \text{Costo Inv.Final}) \right)_p$$

DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Producción



Es la cantidad de productos correctamente ensamblados que la línea produce durante la jornada de trabajo.

$$P = \text{Productos Vendidos} + \text{Inv. Final} - \text{Inv. Inicial}$$

Tiempo de Ciclo



Es el tiempo que le toma a un producto de cada modelo pasar desde la primera estación hasta la BPT. (s)



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

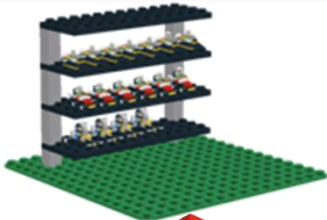
Cumplimiento



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

$$C = \frac{\sum_{p=1}^3 \text{Productos Vendidos}_p}{\sum_{p=1}^3 \text{Productos Pedidos}_p}$$

Inventario de Producto Terminado



Es la cantidad de producto terminado que se encuentra en la BPT al finalizar la corrida.

$$IPT = \sum_{p=1}^3 \text{Total de Inventario } PT_p$$



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

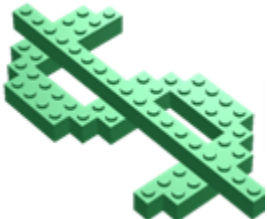
Utilidad Perdida



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

$$UP = (P. Pedidos - P. Vendidos) \times (PVP - \text{Costo de Venta})$$

Utilidad



Es la diferencia entre los Ingresos y los Costos de la Fábrica RPH MOTORS.

$$U = \text{Ingresos} - \text{Costos}$$



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

PRECIO DE VENTA

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

COSTOS:

- ✗ **Costo Fijo:** \$ 628,65
- ✗ **Costo de Mantenimiento de WIP:** 20% del Costo de fabricación de cada CT.

| 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 |



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

✘ Costo de Venta:

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

✘ Costo por Devoluciones: 25% del Margen de Utilidad

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



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

✘ **Costo por Defectos:** 10% del Costo de Fabricación

| 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 Mant. Inv. Final:** 20% del Costo de Venta

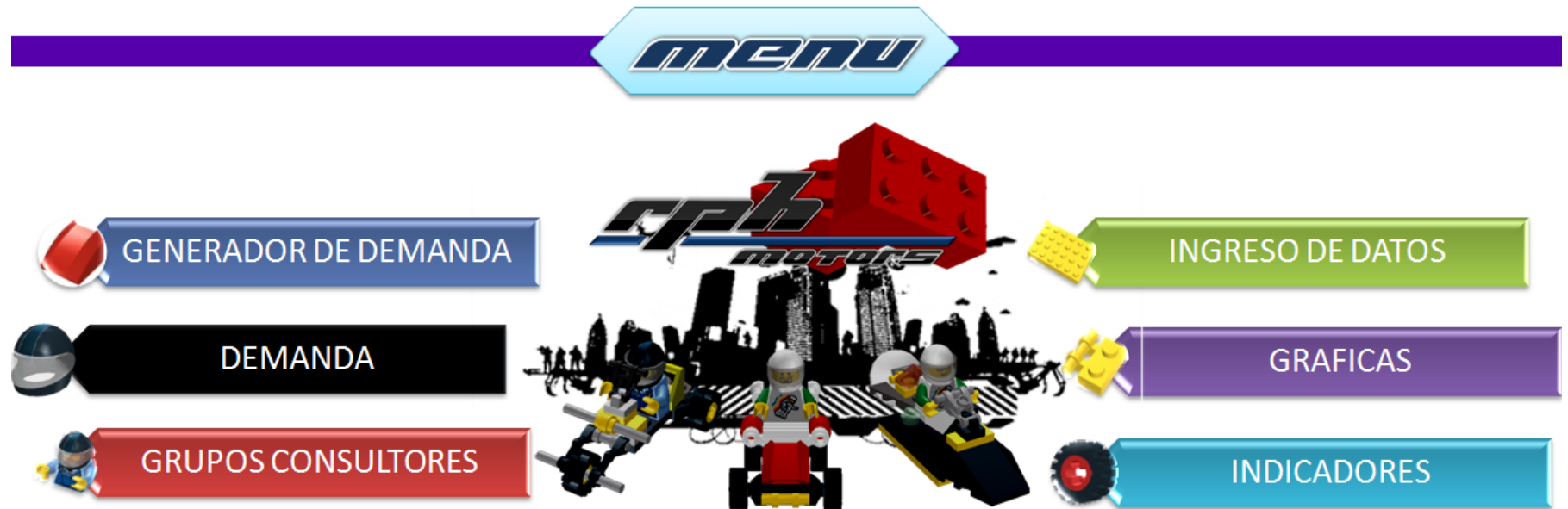
| PRODUCTO | COSTO (\$) |
|----------|------------|
| Barco | 12,1 |
| Carro | 18,7 |
| Moto | 11,5 |



DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

SISTEMA DE CONTROL

“RPH MOTORS INDICATORS 1.0”



SISTEMA DE PRODUCCIÓN: CASO DE ESTUDIO

CASO: FÁBRICA RPH MOTORS

Plantear las posibles
Mejoras e Indicadores

Fácil Lectura y
comprensión

Indicar PVP, Costos
y Demandan

Identificar fácilmente
los productos a Fabricar

Mostrar Tiempos de
Procesamiento y
de Empleados



Determinar la distribución
y flujo de Producción

Explicar los CT del
Proceso Productivo

Detallar los problemas
presentes en la Línea
de Producción

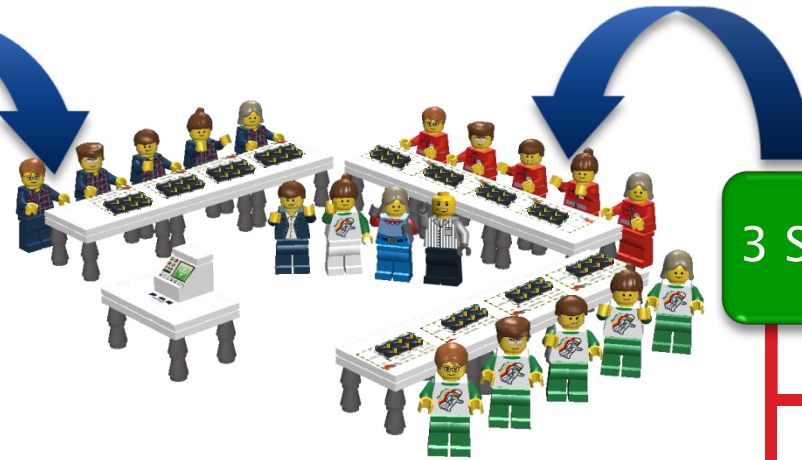
Describir las condiciones
iniciales de la Línea



SISTEMA DE PRODUCCIÓN: CASO DE ESTUDIO

CASO: FÁBRICA RPH MOTORS

30 Simulaciones de Prueba



3 Simulaciones β

RESULTADOS

| 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 |

Estudiantes entre 17 a 27
(Otras Carreras)
Estudiantes Pre-Grado
(Ing. Industrial)
Estudiantes Post-Grado
(MBA)

SISTEMA DE PRODUCCIÓN: CASO DE ESTUDIO

INSTRUCTIVOS DE TRABAJO

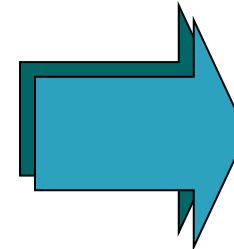
Instructivo de Trabajo
GERENTE DE PRODUCCIÓN

FUNCIÓN PRINCIPAL:

- Será el responsable de indicar el inicio y fin de cada corrida y será el encargado de sortear los **Breakdown (BD)** que se genera 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**.



Gerente de
Producción

Bodeguero de
Materia Prima

Operador:
CT1, CT2,
CT3 y CT4

Inspector de
Calidad y BPT

Cliente



SISTEMA DE PRODUCCIÓN: CASO DE ESTUDIO

PLANOS DE MONTAJE



SISTEMA DE PRODUCCIÓN: CASO DE ESTUDIO

HOJAS DE REGISTRO

GRUPO CONSULTOR: _____

REGISTRO DE PRODUCTOS DEFECTUOSOS

| CT | CORRIDA # | | |
|----|-----------|-------|------|
| | BARCO | CARRO | MOTO |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |

CORRIDA # _____
PRODUCTO _____

**REGISTRO DE PRODUCTO DEFECTUOSO
BODEGUERO DE MP**

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 | | | | | |

**REGISTRO DE TC - WIP
GERENTE DE PRODUCCION**



SISTEMA DE PRODUCCIÓN: CASO DE ESTUDIO

HOJAS DE REGISTRO

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 | | | | | | | | | | | | | |

REGISTRO DE PEDIDOS - ENTREGAS Y DEVOLUCIONES
INSPECTOR BODEGUERO DE BPT



SISTEMA DE PRODUCCIÓN: CASO DE ESTUDIO

INSTRUCTIVOS DE MEJORA

Instructivo de Mejoras

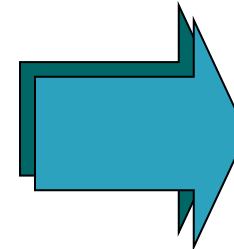

CALIDAD EN LA FUENTE

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.



Calidad en la Fuente

Desarrollo de Proveedores

SMED

KANBAN

Cambiar el Tamaño del Horno de Pintura



GUÍA DEL INSTRUCTOR



CONTENIDO

- ✘ Equipo
- ✘ Tiempo
- ✘ Instalación de la Fábrica RPH MOTORS
- ✘ Funciones Profesor Guía.
- ✘ Uso de:
 - ✿ Cronómetro
 - ✿ Sistema de Control
 - ✿ Software Ytimer
 - ✿ Hojas de Registro
- ✘ Mejoras
- ✘ Solución del Caso de Estudio RPH MOTORS
- ✘ Almacenamiento de Materiales



CONCLUSIONES

- ✘ 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.
- ✘ 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.



CONCLUSIONES

- × 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 \$11,54, Producción 60 u, Cumplimiento 97%, Inventario de Producto Terminado 0 u, Utilidad Perdida \$ 286,15 y Utilidad \$1485,35.



CONCLUSIONES

- × 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.



RECOMENDACIONES

- ✘ 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.



RECOMENDACIONES

- × 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.





GRACIAS

