



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN**  
**PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN**

**TEMA:**

---

**“SISTEMA DE PRODUCCIÓN POR ESTACIONES Y  
BALANCEO DE LÍNEA DE BUS TIPO DE LA FÁBRICA  
CARROCERÍAS IBIMCO DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

---

Proyecto de pasantía de grado presentado como requisito para la obtención  
del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

**AUTOR: MARCO A. MEDINA F.**

**TUTOR: ING. JUAN CORREA J.**

Abril / 2007

Ambato – Ecuador  
**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de Tutor de Investigación sobre el tema:

**“SISTEMA DE PRODUCCIÓN POR ESTACIONES Y BALANCEO DE LÍNEA DE BUS TIPO DE LA FÁBRICA CARROCERÍAS IBIMCO DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, de **Marco Antonio Medina Freire**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho proyecto de pasantía de grado reúne los requisitos y meritos suficientes de conformidad con el artículo 68 del capítulo IV de pasantía de reglamento de graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Abril 2007

.....  
Ing. Juan Correa Jácome  
EL TUTOR

## **AUTORIA**

El presente trabajo de investigación **“SISTEMA DE PRODUCCIÓN POR ESTACIONES Y BALANCEO DE LÍNEA DE BUS TIPO DE LA FÁBRICA CARROCERÍAS IBIMCO DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Abril 2007

.....  
Marco A. Medina Freire  
180359749-9

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser quien me brinda la sabiduría, amor y entereza para culminar otra etapa de mi vida.

A mis padres quienes en mi confiaron y con su sacrificio, esfuerzo y amor me incentivaron día a día para culminar mis estudios.

A mi esposa e hijos quienes son mi inspiración para salir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a mis padres, a mi hermana, a mi esposa y a mis adorables hijos Mateo y Paúl; por confiar y brindarme amor.

A Normita Ramírez por ayudarme incondicionalmente.

Al distinguido Ing. Geovanny Constante Gerente propietario de CARROCERÍAS IBIMCO por ser una persona amable, humilde, quien me dio todas las facilidades y ayudas para realizar este proyecto.

Al personal de CARROCERÍAS IBIMCO quienes se convirtieron en mis entrañables amigos.

Al respetable Ing. Juan Correa por ser tutor de este proyecto quien supo extender sus conocimientos sin limitaciones.



## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	11
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	11
2.2.1 Suplementos.....	14
2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	16
2.3.1 Ingeniería Industrial.....	16
2.3.2 Diseño de Sistemas de Producción.....	17
2.3.3 Ingeniería de Métodos.....	17
2.3.4 Estudio de Trabajo.....	18
2.3.4.1 Requerimientos para el Análisis de Tiempos.....	20
2.3.4.2 Elementos del estudio de tiempos.....	21
2.3.5 Herramientas de los Métodos.....	27
2.3.5.1 Análisis del Proceso.....	27
2.3.5.2 Diagrama de Flujo del Proceso.....	27
2.3.6 Ingeniería de la Producción.....	27
2.3.7 Control de la Producción.....	28
2.3.8 Proceso Productivo.....	28
2.3.8.1 Normalización de la Operación.....	28
2.3.8.2 Productividad.....	29
2.3.9 Balanceo de Líneas de Producción.....	30
2.3.9.1 Cuellos de Botella.....	31
2.3.9.2 Estaciones de trabajo.....	31
2.4 HIPÓTESIS.....	31
2.5 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	31

2.5.1 Variables Independientes.....	31
2.5.2 Variable Dependiente.....	31

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA**

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.2.1 De Campo.....	32
3.2.2 Bibliográfica – Documental.....	33
3.2.3 Intervención Social o Proyecto Factible.....	33
3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	33
3.3.1 Descriptivo.....	33
3.3.2 Explorativo.....	33
3.3.3 Explicativo.....	33
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	34
3.4.1 Niveles de Aceptación.....	34
3.4.2 Técnicas e Instrumentos.....	35

### **CAPITULO IV**

#### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	37
4.1.1 Capacidad De Producción.....	37
4.1.2 Análisis FODA .....	38
4.1.2.1 Fortalezas.....	38
4.1.2.2 Oportunidades.....	39
4.1.2.3 Debilidades.....	39

4.1.2.4 Amenazas.....	40
4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO.....	40
4.2.1 Preparación de Materiales.....	40
4.2.2 Apoyos y Pisos.....	41
4.2.3 Laterales y Techo.....	41
4.2.4 Resoldado y Armado Final.....	42
4.2.5 Forrado de Laterales, Faldones y Compuertas.....	42
4.2.6 Frente/Respaldo, Forrado de Techo.....	43
4.2.7 Preparación y Pintura.....	43
4.2.8 Revestimiento Interior (Parte 1).....	44
4.2.9 Revestimiento Interior (Parte 2).....	44
4.2.10 Acabados, Sistema Eléctrico (Parte 1).....	45
4.2.11 Acabados, Sistema Eléctrico (Parte 2).....	45
4.3 DETALLE DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LAS ESTACIONES DE TRABAJO.....	46
4.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS REQUERIDOS EN CADA ESTACIÓN.....	46
4.4.1 Línea 1: Estructura.....	46
4.4.1.1 Estación 0: Preparación de Materiales.....	47
4.4.1.2 Estación 1: Apoyos y Pisos.....	47
4.4.1.3 Estación 2: Laterales y Techo.....	47
4.4.1.4 Estación 3: Resoldado y Armado Final.....	47
4.4.1.5 Estación 4: Forrado de Laterales, Faldones y Compuertas.....	47
4.4.1.6 Estación 5: Frente/Respaldo, Forrado de Techo.....	48
4.4.2 Línea 2: Terminados.....	48
4.4.2.1 Estación 6: Preparación Y Pintura.....	48
4.4.2.2 Estación 7: Revestimiento Interior (Parte 1).....	49
4.4.2.3 Estación 8: Revestimiento Interior (Parte 2).....	49
4.4.2.4 Estación 9: Acabados, Sistema Eléctrico (Parte 1).....	49
4.4.2.5 Estación 10: Acabados, Sistema Eléctrico (Parte 2).....	49

4.5 DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN CADA ESTACIÓN.....	50
4.6 ELABORACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN POR ESTACIONES.....	50

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 CONCLUSIONES.....	52
5.2 RECOMENDACIONES.....	53

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1 DESCRIPCIÓN DEL BALANCEO DE LÍNEA PROPUESTO.....	54
6.1.1 Estación 0: Preparación de Materiales.....	54
6.1.2 Estación 1: Apoyos y Pisos.....	54
6.1.3 Estación 2: Laterales y Techo.....	55
6.1.4 Estación 3: Resoldado y Armado Final.....	55
6.1.5 Estación 4: Forrado de Laterales, Faldones y Compuertas.....	55
6.1.6 Estación 5: Frente/Respaldo, Forrado de Techo.....	56
6.1.7 Estación 6: Preparación y Pintura.....	56
6.1.8 Estación 7: Revestimiento Interior (Parte 1).....	56
6.1.9 Estación 8: Revestimiento Interior (Parte 2).....	57
6.1.10 Estación 9: Acabados, Sistema Eléctrico (Parte 1).....	57

6.1.11 Estación 10: Acabados, Sistema Eléctrico (Parte 2).....	57
6.1.12 Puertas y Manillas.....	58
6.1.13 Preparación de Partes y Piezas.....	58
6.2 DESARROLLO DE UN MANUAL PARA LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE DE FORMACIÓN DE ESTACIONES Y SU BALANCEO (WINQSB 2.0).....	58
6.2.1 WINQSB 2.0:.....	58
6.2.2 Instrucción para ingresar a los diferentes módulos del programa WINQSB 2.0.....	67
6.2.3 Instrucciones para la utilización del módulo Facility Location and Layout .....	69
6.2.3.1 Definición de los comandos que se encuentran en el módulo Facility Location and Layout.....	69
6.3 Conclusiones de la Propuesta.....	78
BIBLIOGRAFÍA .....	79
ANEXOS.....	80

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Este trabajo denominado “Sistema de producción por estaciones y balanceo de línea de bus tipo de la fábrica CARROCERÍAS IBIMCO de la ciudad de Ambato”, analiza el proceso de elaboración de un BUS TIPO.

Dentro de este proyecto se describe cada una de las estaciones de trabajo para la elaboración de un Bus Tipo; detallando el conjunto de actividades que conforman cada estación, para lo cual se identifica tanto: recursos humanos y maquinaria que posee la empresa, así como su desempeño.

De la misma manera se efectúa la toma de tiempos siendo esto el origen para realizar el balanceo de línea y tener una visión clara de cómo esta funcionando el proceso de producción, identificando cuales son los factores que originan los llamados “cuello de botella” o limitantes de la capacidad de producción.

Para dar viabilidad al proyecto se ejecuta un plan de producción por estaciones el mismo que determina cuantitativamente la producción en un determinado período de tiempo; además mediante la utilización de un software se puede visualizar de una manera teórica la estructuración de estaciones dentro de la planta de producción.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se ha estructurado de la siguiente manera:

El Capítulo I abarca el Problema y los Objetivos que se plantea para la búsqueda de soluciones para el balanceo de línea.

El Capítulo II comprende el Marco Teórico en donde se encuentra antecedentes de la empresa, así como las conceptualizaciones del estudio a realizarse.

El Capítulo III se habla acerca de la Metodología de cómo ha sido llevada la investigación, el enfoque que se ha dado al estudio, así como la determinación de la población y muestra, es decir el número de veces que se va a cronometrar los tiempos.

El Capítulo VI contiene el Análisis e Interpretación de Resultados, obtenidos mediante la recopilación minuciosa de tiempos y el análisis del comportamiento de cada una de las estaciones de trabajo; cabe recalcar que no se puede mostrar todos los resultados debido a que son datos confidenciales de la empresa.

En el Capítulo V se enfatiza las Conclusiones y Recomendaciones de los objetivos que se ha planteado para el estudio del proyecto.

Finalmente en el Capítulo VI se plantea la Propuesta referente al estudio realizado, en donde se enfatiza la elaboración de un plan de producción y las sugerencias para el balanceo de línea respaldado por el software WINQSB 2.0, lo que ayudara al mejoramiento del tiempo de producción.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

**1.1 TEMA:** Sistema de producción por estaciones y balanceo de línea de bus tipo de la fábrica Carrocerías IBIMCO de la ciudad de Ambato.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1 Contextualización Macro**

Es frecuente pensar que el comercio internacional se reduce al intercambio de bienes finales, pero lo cierto es que un porcentaje elevado de las transacciones se produce intercambiando bienes producidos en varios países y ensamblados en otro, que a su vez, exportará el bien final a otros. Esto refleja la globalización del proceso de producción, y se debe a la planificación de ésta por parte de las grandes corporaciones multinacionales que producen cada componente del bien final en el país con mejores condiciones para su fabricación.

Esta división de la producción empezó a tener importancia en la década de 1970, y se ha generalizado desde entonces al implantar un nuevo sistema productivo mundial que constituye la base de la economía. Su relevancia y alcance pueden entenderse mejor comparando las modernas fábricas de automóviles, que ensamblan distintos componentes fabricados en varios países.

La globalización de la producción se ha conseguido gracias a la inversión en otros países (inversión extranjera directa) realizada por las multinacionales que poseen y gestionan fábricas e instalaciones

productivas en varios países. Estas multinacionales (o corporaciones transnacionales) constituyen la empresa-tipo de la actual economía mundial. Como producen a escala internacional, venden productos en todo el mundo e invierten en muchos países, se puede decir que no tienen país de origen, sino que pertenecen a la economía mundial; el hecho de que su residencia fiscal esté en un país u otro es un mero formalismo.

Las empresas multinacionales propietarias de instalaciones productivas en varios países existen desde hace mucho tiempo. Durante el siglo XIX (y durante la segunda mitad del siglo XX) las inversiones extranjeras directas de las empresas europeas y estadounidenses eran muy numerosas. Sin embargo, la característica distintiva de las multinacionales a partir de la década de 1970 es precisamente la división productiva a escala internacional. En lugar de crear fábricas en otros países, las multinacionales han creado redes de fábricas especializadas en una parte del proceso de producción como subdivisiones o departamentos del proceso organizado a escala mundial. Otro cambio importante es que antes las multinacionales tenían su domicilio fiscal en Estados Unidos o en un país de Europa occidental, y ahora muchas son japonesas o coreanas; cada vez son más las domiciliadas en países poco industrializados.

## **1.2.2 Contextualización Meso**

“El único camino para que un negocio pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es acrecentar su productividad; y el instrumento fundamental que la origina, es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema adecuado en el balanceo de sus líneas de producción”<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> NIEBEL, BENJAMÍN, ANDRIS FREIVALDS. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Décima Edición, pagina 1.

En cualquier sistema organizacional se habla de trabajo, por lo que las empresas realizan estudios que tratan de optimizar sus recursos para obtener un bien y/o servicio. Por ello el trabajo representa la dinámica de la empresa, constituyéndose así en un factor primordial para aumentar su productividad.

Durante cualquier proceso en donde intervenga el hombre, se trata de ser lo más eficientes, es por ello que el Estudio del Trabajo nos presenta varias técnicas para aumentar la productividad; entendiéndose por ESTUDIO DEL TRABAJO, genéricamente, ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar la labor del ser humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

### **1.2.3 Contextualización Micro**

El primer vehículo fue introducido en Ambato por el español Andrés Ruiz, que con algunas adaptaciones entra al servicio público en 1912, en adelante se han importado vehículos de diferentes partes del mundo.

En 1947, ya existían buses importados. En 1950 se establece la primera cooperativa de transporte en nuestra ciudad, la que utilizaba las marcas Chevrolet y Dodge.

A partir de esa época chasis de los buses eran importados solamente con el frente del autobús y posteriormente se construía una carrocería de madera de eucalipto, para el techo del autobús se utilizaba una mezcla de cemento con brea, las que se estructuraban con tablillas longitudinales, que eran posteriormente clavadas con laminas de tol y finalmente pintadas.

En 1960 aproximadamente se puede observar las ventajas superiores entre una carrocería de metal y una de madera, es así que nace la industria carrocera a nivel metal mecánico.

Hoy en día existe tecnología avanzada en el área de la fabricación de carrocerías, países como Brasil, por su competitividad y experiencia, llevan años de antelación a países como el nuestro, la utilización de tecnología de punta, hace que sus unidades carrozadas ingresen a nuestro país. Además los países vecinos, como Colombia, Chile, e incluso Perú se han posicionado en el mercado tanto interno como externo, la innovación de modelos, capacitación permanente del recurso humano, en diseño y construcción de carrocerías, además de las políticas económicas más estables les ha favorecido obtener un producto terminado a bajo costo.

Todo eso ha afectado directamente al sector carrocerero, especialmente a los pequeños talleres que tienden a desaparecer porque no cuentan con presupuesto ni poseen como cultura la capacitación del personal, pues aún utilizan técnicas tradicionales y manuales para la fabricación de carrocerías lo que ha causado una crisis en este sector. Por lo que actualmente el Ecuador se ha sometido a un proceso de integración con los demás países de Latinoamérica.

#### **ANÁLISIS EXTERNO DE LA INDUSTRIA:**

El tipo de industria analizado es la de Carrocería metal - mecánica manufacturera, la misma que se encarga de la fabricación y venta de carrocerías para buses de largas distancias (Bus Interprovincial), y el bus tipo (Bus Urbano).

Análisis Geográfico Demográfico.- Desde el mes de septiembre del 2001 aproximadamente, el número de clientes se ha incrementado, debido a que el parque automotor ha crecido, ya que el servicio de

transporte esta llegando hacia los barrios más alejados. Sin embargo para la fabricación de buses no existe diferenciación, ya que da lo mismo fabricar un bus Interprovincial o bus tipo para Costa, Sierra u Oriente.

Análisis Político.- El Gobierno Nacional en Enero de 1995, por decreto ejecutivo puso fin a la importación de vehículos y repuestos usados, es así que aproximadamente desde esa fecha se inician procesos de regulación ambientales por parte de los gobiernos seccionales, aportando con diferentes regulaciones estrictas aplicadas por distintos municipios y Consejos Provinciales de Tránsito.

Análisis Económico.- A partir de la crisis del año 2000, el constante cambio que ha sufrido el país y por carecer de un modelo económico claro, sencillo, adaptado a nuestra realidad, ha provocado que la inflación no baje, el sistema de dolarización adoptado desde marzo del 2000, no ha sido suficiente para estabilizar la economía, esto ha provocado que tengamos líneas de crédito con tasas de interés altas, y sobre todo la inestabilidad monetaria, ante lo cual es comprensible que surja una interrogante dentro del sector carroceros, en relación a continuar con la moneda vigente o ver otras alternativas.

Análisis Socio - Cultural.- El comportamiento de los clientes ha cambiado, debido a las facilidades que de alguna manera ofrecen las concesionarias y a las regulaciones municipales que obligan a que los vehículos sean nuevos e inclusive ecológicos. Obviamente se entiende que el costo por mantenimiento de una unidad nueva es menor a la de una usada.

Sin embargo el ecuatoriano no es muy nacionalista y prefiere características similares a vehículos importados o importar directamente vehículos carrozados.

Análisis de la Tecnología.- El nivel tecnológico es innovador, cambiante y obliga a que los procesos de fabricación sean mejorados, es así que siempre existen adelantos y novedades que logran abaratar costos.

En cuanto a herramientas y materiales también hay innovaciones, los proveedores ofrecen lo último y moderno, esto implica una inversión considerable para la adquisición de moderno equipo, para ofrecer mejor calidad y mayor productividad.

Análisis de Internacionalización.- Ecuador se ha sometido a un proceso de integración con los demás países de Latinoamérica, debido a corrientes de globalización, lo que de alguna manera se traduce en una oportunidad y al mismo tiempo en una amenaza; ya que nuestra industria tiene la posibilidad de ingresar a nuevos mercados, pero al mismo tiempo existe el riesgo de que ingresen empresas extranjeras con productos terminados.

#### **1.2.4 Análisis Crítico del Problema**

Al realizar la investigación en la producción de bus tipo en carrocerías IBIMCO se determinó que no existe una adecuada satisfacción al cliente interno, es decir algunas estaciones de trabajo (conjunto de actividades secuenciales) no cumplen el tiempo establecido para mover la línea y así avanzar con la fabricación de la carrocería, por ende en el proceso general de la fabricación de carrocerías de bus tipo aparecen cuellos de botella lo cual dificulta el desenvolvimiento normal de la producción; generándose de esta manera retrasos y obligando en algunas ocasiones a suplir esta demora con trabajo extra ocasionando a la empresa gastos adicionales que no estaban establecidos dentro del cronograma de producción.

### **1.2.5 Prognosis**

Qué sucederá si no se establece un adecuado sistema de producción por estaciones y si no existe un apropiado balanceo de línea en la elaboración de bus tipo en la fábrica “Carrocerías IBIMCO.”

De no existir los parámetros anteriormente mencionados la empresa se enfrentará a un desfase interno en la producción de bus tipo, además del incumplimiento con el cliente originando la desconfianza de los mismos.

### **1.2.6 Formulación del Problema**

Una vez que se ha contextualizado el problema, determinado sus causas y efectos, planteado su análisis; el problema se formula de la siguiente manera:

¿Cuál será la incidencia en la producción de bus tipo de la fábrica “Carrocerías IBIMCO” de la ciudad de Ambato al realizar un sistema de producción por estaciones y balanceo de línea?

### **1.2.7 Preguntas Directrices**

¿Qué sucederá si no se tiene un adecuado sistema de producción en cada una de las estaciones de trabajo?

¿Qué efectos se pueden identificar al realizar la toma de tiempos en cada una de las estaciones dentro de la producción?

¿Qué ventajas se obtiene al estructurar un plan de producción por estaciones?

¿Qué cambios necesarios se debe realizar para tener un adecuado balanceo de línea?

### **1.2.8 Delimitación espacial**

El presente trabajo investigativo se llevará a cabo en la fábrica “Carrocerías IBIMCO” de la ciudad de Ambato.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Los constantes cambios en los mercados de consumo, tanto nacionales como internacionales, implican una evolución técnica y administrativa de las empresas productoras de bienes y servicios, a fin de mantener e incrementar su participación en el mercado a través de una continua mejora en su productividad y competitividad.

En la presente época, las empresas tienen que propender a maximizar los beneficios para sí, esto solo se logra manteniendo los sistemas de producción de la manera más eficiente, es decir optimizando todos los recursos: humanos, tecnológicos, materiales y energéticos. Por lo cual es necesario hacer los cambios lógicos e ingenieriles para llegar a éste fin.

Algunas de las herramientas que permiten mejorar la productividad dentro de la empresa lo constituyen por un lado el análisis de tiempos la cual es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido; y por otro lado el balanceo de la línea de producción que permite corregir los desfases identificados en cada estación.

Estos cambios prepararán a la empresa para enfrentar la dura competencia tanto nacional como extranjera dentro del mercado ofertante de carrocerías para buses.

## **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Objetivo General**

Analizar el sistema de producción por estaciones para BUS TIPO y el balanceo de línea en la fábrica "Carrocerías IBIMCO" de la ciudad de Ambato.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Describir cada una de las estaciones de producción necesarias para la fabricación de carrocerías en modelo BUS TIPO.
- Detallar las actividades desarrolladas en cada una de las estaciones de trabajo.
- Identificar los recursos referentes a mano de obra y maquinaria requeridos para cada estación.
- Determinar los tiempos de producción medidos en cada estación.
- Desarrollar un plan de producción por estaciones.
- Describir el balanceo de línea requerido.
- Utilización de Software para la formación de estaciones y su balanceo.

## **1.5 ALCANCE DEL PROYECTO.**

El presente proyecto tratará únicamente sobre las actividades y tiempos requeridos en cada estación para la fabricación de BUS TIPO, y desarrollará las recomendaciones para “encajar” o balancear la línea completa en función de los tiempos por cada estación.

Este proyecto puede servir como base para el resto de la producción que concierne a CARROCERÍAS IBIMCO.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

En la actualidad se cuenta con gran cantidad de información proveniente de diversas fuentes bibliográficas y debido al constante crecimiento en la tecnología, se dispone de una herramienta básica, de fácil manejo llamada Internet; en la cual encontraremos amplia información en lo referente a Administración de la Producción que se constituye en un pilar fundamental para llevar acabo posteriores investigaciones vinculadas a este tema, además que permite establecer lineamientos eficaces con mira a mejorar la productividad dentro del sector empresarial.

Una vez revisados archivos y proyectos, provenientes de varias fuentes y en especial de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato, no se ha encontrado ningún proyecto similar con temas afines a la presente propuesta.

#### **2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Carrocerías IBIMCO (Industrial de Buses e Ingeniería Mecánica Constante) se encuentra en la ciudad de Ambato, empresa fundada en agosto del 2000 por el Ing. Carlos Geovanny Constante Miranda, con proyecciones a la fabricación de carrocerías para buses, construcciones metálicas en general y proyectos referentes a Ingeniería Mecánica.

IBIMCO ahora es una empresa dedicada exclusivamente a la fabricación de carrocerías para autobuses tanto urbanos, interprovinciales y de turismo.

## **SOBRE LOS PRODUCTOS**

Las características de los buses urbanos son muy diferentes a las de los interprovinciales, en función de modelo, accesorios, funcionalidad y normativas ecuatorianas.

El bus interprovincial (figura 2.1) es mucho más cómodo para el pasajero, posee características de volumen de carga (para maletas, tanto interiores como exteriores) considerablemente más grandes, va equipada con TV, DVD, radio CD, parlantes, baño, nevera, asientos reclinables y cómodos; todo cuanto desde el punto de vista funcional sea apto para un viaje largo (3 a 18 horas continuas), y por supuesto menos pasajeros que el bus urbano, en este caso varía de 38 a 45 pasajeros sentados y un muy reducido espacio para pasajeros de pié.



**Figura 2.1 (Bus Interprovincial)**

En cuanto al bus urbano (figura 2.2), que lo llamamos Bus Tipo, más bien posee una concepción completamente diferente ya que su filosofía es para el transporte de masas, con un recorrido corto (menor a 1 hora) dentro de la ciudad, ya que posee en algunos casos, más espacio para pasajeros de pié que sentados, pues los buses de este tipo están diseñados para llevar hasta 90

pasajeros de los cuales sólo 30 a 40 son sentados, además tiene 2 o 3 puertas (1 de ingreso y 1 o 2 de salida), cuenta con pasamanos y manijas colgantes, torno cuenta personas, los asientos son más pequeños para permitir más espacio, no lleva maleteros exteriores ni interiores, el color va de acuerdo a las ordenanzas municipales del lugar de destino.



**Figura 2.2 (Bus Tipo)**

Se lo ha llamado Bus Tipo, ya que el EMSAT (Empresa Municipal de Servicios Asociados al Transporte) del Distrito Metropolitano de Quito, decidió estandarizar los buses para transporte urbano de esta ciudad, y creó un grupo de normas en las cuales se describen la geometría y dimensionamiento de ventanas, puertas, altura exterior e interior, separación de asientos, espacio para discapacitados, espacio para pasajeros de pié, número de pasamanos, número de gradas y su geometría.

Luego a esta filosofía le siguió la ciudad de Cuenca, con la norma de la UMT y Politécnica Salesiana, que básicamente emplea la misma norma antes señalada.

Siguiendo con la misma idea continuó Loja, que varió en cuanto a la ubicación de las puertas. Actualmente Guayaquil también ha puesto en marcha dicho proyecto.

Para poder fabricar los Buses Tipo, la empresa carrocera tenía que pasar una serie de pruebas y calificaciones que se denominó "Homologación", misma que consistía en supervisiones a las plantas, cálculo estructural, planos de construcción y ensamble, tipo de soldadura, es decir toda la Ingeniería del Producto y el respeto del 100% de las normas.

IBIMCO es homologada por los 4 municipios junto con otras 7 u 8 fábricas, lo que realmente es una ventaja competitiva, considerando que sólo en la ciudad de Ambato, existen más de 80 empresas carroceras entre grandes, medianas, pequeñas y muy pequeñas.

### **2.2.1 Suplementos**

Según la Oficina Internacional del trabajo (O. I. T.) “Si el operario fuera capaz de trabajar continuamente sin interrupciones, el tiempo estándar sería el tiempo justo para la operación (tiempo normal). Si en el transcurso del día hay algunas interrupciones, deben asignarse suplementos antes de establecer el tiempo estándar”<sup>2</sup>.

Los suplementos se pueden definir como el tiempo que se agrega al tiempo normal para permitir demoras personales, inevitables y por fatiga.

Es importante determinar y asignar suplementos correctamente, se debe hacer un cuidadoso estudio de las condiciones que rodea a la operación para determinar el tipo y cantidad de suplementos que serán incluidos en el estudio.

Existen un sinnúmero de suplementos pero estos son los más importantes:

---

<sup>2</sup> Oficina Internacional del Trabajo, “Introducción al Estudio del Trabajo”, Cuarta edición, Editorial: Noriega-Limusa, México D.F., 1998. Pág. 138.

**Suplemento adicional:** compensa el trabajo requerido, adicional al especificado en el método de estándares.

**Suplemento por fatiga:** tiempo agregado al tiempo normal para compensar la fatiga.

**Suplemento por fatiga básico:** suplemento constante otorgado para tomar en cuenta: el consumo de energía al llevar a cabo ciertas tareas y la reducción de la monotonía.

**Suplemento por fatiga constante:** combinación de suplementos por necesidades personales y fatiga básica que suelen ser constantes para todos los trabajadores dentro de la compañía.

**Suplemento por fatiga variable:** suplemento por fatiga que se ajusta a cada trabajador en la compañía según la tarea o las condiciones de trabajo.

**Suplemento por necesidades personales:** porcentaje que se agrega al tiempo normal para tomar en cuenta las necesidades personales del operario.

**Suplemento por política:** suplemento para proporcionar un nivel satisfactorio de ganancias por un nivel de desempeño especificado en circunstancias especiales.

A continuación (tabla 2.1) se indica los suplementos utilizados por la OIT, para el estudio de tiempos y movimientos.

## 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>	5	7
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4

## 2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4	4	45
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>			2	100
Ligeramente incómoda	0	1		
incómoda (inclinado)	2	3		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7		
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)</b>				
Peso levantado [kg]				
2,5	0	1		
5	1	2		
10	3	4		
25	9	20 máx		
35,5	22	---		
<b>D. Mala iluminación</b>				
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0		
Bastante por debajo	2	2		
Absolutamente insuficiente	5	5		
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>				
Índice de enfriamiento Kata				
16		0		
8		10		
<b>F. Concentración intensa</b>				
Trabajos de cierta precisión			0	0
Trabajos precisos o fatigosos			2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos			5	5
<b>G. Ruido</b>				
Continuo			0	0
Intermitente y fuerte			2	2
Intermitente y muy fuerte			5	5
Estridente y fuerte				
<b>H. Tensión mental</b>				
Proceso bastante complejo			1	1
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			4	4
Muy complejo			8	8
<b>I. Monotonía</b>				
Trabajo algo monótono			0	0
Trabajo bastante monótono			1	1
Trabajo muy monótono			4	4
<b>J. Tedio</b>				
Trabajo algo aburrido			0	0
Trabajo bastante aburrido			2	1
Trabajo muy aburrido			5	2

Tabla 2.1 (Suplemento para tiempo estándar)<sup>3</sup>

## 2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.3.1 Ingeniería Industrial

"La Ingeniería Industrial se ocupa de la planificación, el mejoramiento y la instalación de sistemas integrados por hombres, materiales y equipos. Exige conocimientos especializados y una sólida formación en ciencias, matemáticas, física y sociales, junto con los principios y

<sup>3</sup> "Introducción al estudio del trabajo" – segunda edición, OIT.

los métodos del análisis y del proyecto, para especificar, predecir y evaluar los resultados que habrán de obtenerse de tales sistemas"<sup>4</sup>.

### **2.3.2 Diseño de Sistemas de Producción**

Toda industria antes de iniciar sus actividades debe diseñar su sistema de producción con el cual transformará la materia prima en producto terminado. "El diseño de sistemas de producción es una técnica que comienza con el diseño del producto que habrá de fabricarse, describe una secuencia típica de pasos que empiezan con un concepto de diseño de producto y culminan en un diseño final de producto"<sup>5</sup>.

### **2.3.3 Ingeniería de Métodos**

Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad. Sin embargo, la ingeniería de métodos, como se define en este texto, implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto. Inicialmente, el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto. En segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto.

Cuanto más completo sea el estudio de los métodos efectuado durante las etapas de implantación, tanto menor será la necesidad de estudios de métodos adicionales durante la vida del producto.

---

<sup>4</sup> <http://www.fing.ucr.ac.cr/%7Eeiind/definic.html>.

<sup>5</sup> HICKS, PHILIP. Ingeniería Industrial y Administración. Segunda edición. 2001, pagina 39.

La ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. En primer lugar porque debido a la ingeniería de métodos, el mejoramiento de la productividad es un procedimiento sin fin. La diferencia de productividad resultante de la innovación tecnológica puede ser de tal magnitud que los países desarrollados siempre están en posibilidad de mantener competitividad con los países en desarrollo con salarios bajos. La investigación y el desarrollo que conducen a una nueva tecnología son esenciales para la ingeniería de métodos<sup>6</sup>.

#### 2.3.4 Estudio de Trabajo

Se entiende por ESTUDIO DEL TRABAJO, genéricamente, ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar la labor humana en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras. El estudio de trabajo se divide en dos ramas que son las siguientes:

**ESTUDIO DE TIEMPOS:** Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el desarrollo de los detalles prácticos de la mejor manera de hacerlo y la determinación del tiempo necesario.

**ESTUDIO DE MOVIMIENTOS:** Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles, estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra.

---

<sup>6</sup> <http://148.202.148.5/cursos/id209/mzaragoza/indunidad1.htm>

Por otro lado tenemos que la OIT, aplica dos técnicas para llevar a cabo el Estudio del Trabajo, siendo estas las siguientes:

**El estudio de métodos** que es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos, eficaces y de reducir los costos.

**La medición del trabajo** es la aplicación de las técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

Podemos aumentar la productividad a través del Estudio del Trabajo. Para realizar este estudio es necesario aplicar las ocho etapas que contiene el procedimiento básico para el estudio del trabajo, las cuales son:

- 1. SELECCIONAR** el trabajo o proceso a estudiar.
- 2. REGISTRAR** o recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizado las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
- 3. EXAMINAR** el hecho registrado con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta; quien la ejecuta; y los medios empleados.
- 4. ESTABLECER** el método más económico tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferentes técnicas de gestión, así como

los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.

**5. EVALUAR** los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.

**6. DEFINIR** el nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.

**7. IMPLANTAR** el nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general con el tiempo fijado.

**8. CONTROLAR** la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolo con los objetivos planteados.

Estas etapas se aplican tanto al estudio de tiempos como al estudio de movimientos, dándole el perfil que requiere su análisis. Cabe hacer mención que las etapas de seleccionar, registrar y examinar son INEVITABLES.

#### **2.3.4.1 Requerimientos para el Análisis de Tiempos**

Deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales antes de tomar un estudio de tiempos. Por ejemplo, si se requiere un estándar de una nueva tarea, o de una tarea anterior en la que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar familiarizado por completo con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio. A menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan

estandarizado, los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas. Además el analista debe comunicar al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiará el trabajo.

#### **2.3.4.2 Elementos del estudio de tiempos**

La realización de un estudio de tiempos es tanto una ciencia como un arte. Para asegurar el éxito, el analista debe poder inspirar confianza, aplicar su juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tenga contacto. Además, sus antecedentes y capacitación deben prepararlo para entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio. Estos elementos incluyen; seleccionar al operario, analizar el trabajo y desglosarlo en sus elementos, registrar los valores elementales de tiempos transcurridos, calcular la calificación del operario, asignar los suplementos adecuados; en resumen, llevar a cabo el estudio.

- **Elección del operario**

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se realiza a través del supervisor de línea o del departamento. Una vez revisado el trabajo en la operación, debe acordar con el supervisor que todo está listo para estudiar el trabajo. Si más de un operario realiza el trabajo para el que se quiere establecer un estándar, debe tomar en cuenta varias cosas al elegir el operario que va a observar. En general, un operario que tiene un desempeño promedio o un poco arriba del promedio proporcionará el estudio más satisfactorio que uno menos calificado o que el que tiene habilidades superiores. El trabajador promedio, por lo común, desempeña su trabajo con consistencia y de manera sistemática. El paso de ese operario

tenderá a estar en el rango normal, le facilita al analista del estudio de tiempos a aplicar un factor de desempeño correcto.

Por supuesto, el operario debe estar bien capacitado en el método, le debe gustar su trabajo y ha de demostrar interés en hacerlo bien. También debe estar familiarizado con los procedimientos y prácticas del estudio de tiempos y tener confianza tanto con los métodos del estudio como en el analista. Su compromiso es la cooperación suficiente con el estudio y estar dispuesto a seguir las sugerencias tanto del supervisor como del analista de estudio de tiempos.

- **Registro de información significativa**

El registro debe contener máquinas, herramientas manuales, dispositivos, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número del operario, departamento, fecha de estudio y nombre del observador. El espacio para esos detalles es el de *observaciones* en la forma de observación de estudio de tiempos. También es útil un bosquejo de la distribución. Mientras más información pertinente se registre, más útil será el estudio de tiempos a través de los años. Se convierte en un recurso para el establecimiento de datos estándar y el desarrollo de fórmulas. También será útil para mejorar los métodos y evaluar a los operarios.

- **Posición del observador**

El observador debe estar de pie, no sentado, unos cuantos metros hacia atrás del operario para no distraerlo o interferir con su trabajo. Los observadores de pie se pueden mover con mayor facilidad y seguir los movimientos de las manos del operario

mientras éste realiza el ciclo de la tarea. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo o estorbar las rutinas.

- **División de la operación en elementos**

Para facilitar la medición, se divide la operación en grupos de movimientos conocidos como *elementos*. Para dividirla en sus elementos individuales, el analista observa al operario durante varios ciclos. Sin embargo, si el tiempo de ciclo es mayor que 30 minutos, puede escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. Si es posible, es mejor que determine los elementos de la operación antes de iniciar el estudio.

Éstos deben separarse en divisiones tan finas como sea posible, pero no tan pequeñas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Las divisiones elementales de alrededor de 0.04 minutos se aproximan a lo mínimo que puede leer de manera consistente un analista experimentado de estudio de tiempos. Sin embargo, si los elementos anteriores y posteriores son relativamente largos, es posible tomar el tiempo de un elemento con una duración de 0.02 minutos.

Sugerencias que ayudan a desglosar los elementos:

1. Mantener separados los elementos manuales y los de máquina, ya que las calificaciones afectan menos a las máquinas.
2. Separar los elementos constantes (aquellos para los que el tiempo no varía dentro de un intervalo especificado de trabajo) y los elementos variables (aquellos para los que el tiempo varía dentro de un intervalo de trabajo especificado).

3. Cuando se repite un elemento, no se incluye otra vez la descripción. En el espacio proporcionado para esto se pone el número de identificación que se usó al ocurrir por primera vez ese elemento.

- **Toma de tiempos y equipo necesario**

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo o equipo de cómputo.

Tenemos tres métodos para leer un cronómetro:

Lectura Continua.

Lectura Repetitiva.

Lectura Acumulativa.

Los dos primeros métodos son los que tienen mayor uso.

- **Lectura Continua**

El observador pone en marcha el reloj a principio del primer elemento y lo deja funcionar continuamente durante el período de estudio. Las lecturas del reloj se anotan en la hoja de observación, a continuación del nombre ó símbolo.

Luego de estas lecturas, se las vuelve a realizar de la misma manera y se las anota en la segunda columna, y así sucesivamente hasta obtener un número suficiente de registros, luego de esto se resta los tiempos de lectura, entonces se van obteniendo los tiempos de cada elemento.

- **Lectura Repetitiva**

O de Vuelta a cero se hacen retroceder las manecillas a cero al final de cada elemento, al principio del primer elemento el observador pone a cero la manecilla pulsando el vástago del reloj, la manecilla avanza y mide el tiempo desde el primer elemento, se registran directamente los datos del reloj en la hoja de observaciones.

- **Lectura Acumulativa**

El método de cronometraje por acumulación permite la lectura directa de cada elemento mediante el uso de dos cronómetros. Se montan estos relojes junto al tablero de observación y se conectan mediante juego de palancas, de forma que cuando se pone en marcha el primer cronómetro, el segundo se para. Pueden volver las manecillas a cero inmediatamente después de la lectura, por lo que no hacen falta las sustracciones.

- **Número de ciclos a cronometrar.**

Determinar cuántos ciclos estudiar para llegar a un estándar justo es un tema que ha causado polémica entre los analistas de estudio de tiempos, al igual que entre los representantes del sindicato.

Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen en el número de ciclos que se pueden estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar gobernado de manera absoluta por la práctica estadística que demanda cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento.

- **Factor de Valoración**

La calificación de la actuación es el paso más importante del procedimiento de medición de trabajo, ésta, es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio.

Un operario que trabaja a medio paso, tendrá un factor de valoración de 0.5 y otro trabajando a un paso superior a lo normal, tendrá un factor de valoración mayor que 1.

- **Cálculo del tiempo estándar por cronometración**

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

El cálculo del tiempo estándar se puede resumir de la siguiente manera:

1. Calcular el tiempo elemental o tiempo promedio (TE) del total.
2. Calificar la actuación en cada elemento.
3. Determinar el factor de desempeño (Fd).
4. Establecer tolerancias para cada elemento. (K).

Fórmula para calcular el tiempo estándar.

$$T_s = TE * F_d * (1 + K)$$

## **2.3.5 Herramientas de los Métodos**

### **2.3.5.1 Análisis del Proceso**

Para empezar a realizar el estudio de tiempos se debe analizar y estudiar detenidamente el proceso es decir un análisis de cada fase dentro del proceso de fabricación.

### **2.3.5.2 Diagrama de Flujo del Proceso**

En general, el *diagrama de flujo del proceso* contiene mucho más detalle que el diagrama de proceso de la operación. Por lo tanto, es común que no se aplique al ensamble completo. Se usa, en principio, para cada componente de un ensamble o de un sistema para obtener el máximo ahorro en la manufactura o en los procedimientos aplicables a una componente o secuencia de trabajo específicos. El diagrama de flujo del proceso es valioso en especial al registrar costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez detectados estos periodos no productivos, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende sus costos.

Además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas muestran todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en su paso por la planta. Entonces, los diagramas de flujo del proceso requieren símbolos adicionales a los usados en los diagramas de proceso de la operación.

## **2.3.6 Ingeniería de la Producción**

La ingeniería de la producción se encarga de el estudio del producto y el proceso, medidas de control, distribución de planta, etc. Permite

describir los procesos y datos relacionados con la actividad de producción en la fábrica, crear, mantener y revisar en forma eficiente una especificación de los componentes y operaciones necesarias para la producción de cada uno de los productos de la empresa y sus subespecificaciones (semielaborados, intermedios, etc.).

### **2.3.7 Control de la Producción**

Parte fundamental del proceso productivo, permite verificar la calidad y cantidad óptima de producto final. “El control de la producción se ocupa de la planeación y ejecución detalladas en una planta para hoy, mañana y el mes entrante, a fin de asegurar que las capacidades que requiere el proceso productivo estén disponibles cuando se necesiten”<sup>7</sup>.

### **2.3.8 Proceso Productivo**

Toda empresa de productos o servicios tiene sus estaciones de trabajo que conforman el proceso productivo, lo que le permitirá obtener el producto deseado. El proceso productivo es el conjunto de operaciones establecidas secuencialmente para obtener un producto final con valor agregado más grande.

#### **2.3.8.1 Normalización de la Operación**

La normalización se da una vez que se ha encontrado el mejor método o manera de realizar un trabajo.

Por tanto las operaciones o tareas específicas se deben describir detalladamente, especificando el conjunto de movimientos especiales, tamaño, forma o calidad de los materiales, herramientas,

---

<sup>7</sup> HICKS, PHILIP. Ingeniería Industrial y Administración. Segunda edición. 2001, página 159

máquinas o instalaciones, así también las condiciones de trabajo y seguridad, han de seguir normas determinadas.

### **2.3.8.2 Productividad**

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de talleres, máquinas, equipos de trabajo y empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que es el logro de la mayor cantidad de productos buenos utilizando la menor cantidad de recursos.

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la productividad entran a juego otros aspectos muy importantes como:

**Calidad:** es el grado de satisfacción de las necesidades o expectativas de los clientes.

**Productividad** = Salida/ Entradas.

**Entradas:** Mano de Obra, Materia Prima, Maquinaria, Energía, Capital.

**Salidas:** Productos.

### 2.3.9 Balanceo de Líneas de Producción

El problema de diseño para encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina problema de balanceo de línea.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- 1) **Cantidad.** El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- 2) **Equilibrio.** Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
- 3) **Continuidad.** Deben tomarse precauciones para asegurar un abastecimiento continuo del material, piezas, subensambles, etc., y la prevención de fallas de equipo.

Los casos típicos de balanceo de línea de producción son:

- 1) Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- 2) Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
- 3) Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a la misma.

### **2.3.9.1 Cuellos de Botella**

Los Cuellos de botella definen a los recursos que limitan la capacidad y originan sobrecarga. (Cuando la carga es superior a la capacidad y el proceso no puede operar todo lo deseado, entonces aparecen inventarios de productos en proceso).

### **2.3.9.2 Estaciones de trabajo.**

Conjunto de operaciones que pueden desarrollarse a la par antes de realizar un ensamble a un producto determinado, en las cuales puede desempeñarse uno o más trabajadores dependiendo del grado de dificultad de cada una de las operaciones.

## **2.4 HIPÓTESIS**

El sistema de producción por estaciones y balanceo de línea, establecerá un adecuado desenvolvimiento en la producción, disminuyendo así el tiempo en la fabricación y aumentando la productividad en la elaboración de bus tipo.

## **2.5 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES**

### **2.5.1 Variables Independientes**

Sistema de producción por estaciones.  
Balanceo de líneas.

### **2.5.2 Variable Dependiente**

Construcción de bus tipo para la fábrica “Carrocerías IBIMCO”.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo investigativo requiere la utilización de los paradigmas; cualitativo y cuantitativo, ya que los dos se enfocan simultáneamente en el descubrimiento de la hipótesis, aspecto relevante dentro del proceso investigativo. Además el Paradigma Cualitativo enfatiza el proceso y permite el análisis y comprensión de los resultados obtenidos, por otro lado el Paradigma Cuantitativo busca las causas y la explicación del hecho que se estudia, obedece a una medición controlada y busca mejorar los niveles de rendimiento de la producción.

#### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

Las diferentes modalidades que se emplearán en esta investigación se detallan a continuación:

##### **3.2.1 De Campo**

Porque se estudia los hechos en el lugar que se producen, en este caso se recaba la información en la planta de producción de la fábrica IBIMCO, lo cual hace que el investigador tome contacto directo con la realidad que estudia, teniendo como base los lineamientos de los objetivos en primera instancia planteados.

### **3.2.2 Bibliográfica – Documental**

Puesto que esta investigación se permite ampliar y profundizar mediante la utilización de información proveniente de diversas fuentes de investigación, como son libros, folletos, notas tomadas en clase, páginas Web, etc.

### **3.2.3 Intervención Social o Proyecto Factible**

Modalidad especial de investigación que permite el planteamiento y desarrollo de una propuesta viable, para dar solución a problemas, requerimientos o necesidades identificadas dentro del contexto que se estudia.

## **3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

### **3.3.1 Descriptivo**

Porque permite estudiar, analizar o describir la realidad presente, actual, en cuanto a hechos, personas, situaciones, etc.

### **3.3.2 Explorativo**

Porque se realizará un diagnóstico del estado actual de la empresa, para determinar los cambios que se propondrán como parte del plan de reingeniería.

### **3.3.3 Explicativo**

De ser posible, se buscará alcanzar este nivel de investigación, a través del análisis de las variables del problema, buscando incrementar el conocimiento científico concerniente al ámbito carrocerero.

### 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

La precisión del análisis de tiempos depende del número de ciclos cronometrados. Cuantos más ciclos se estudie (número de tomas), más preciso será el estudio. Prácticamente en todo el trabajo de estudio de tiempos se propone una precisión de  $\pm 5\%$  con un nivel de confianza del 95 %.

#### 3.4.1 Niveles de Aceptación

Para nuestro proyecto se ha tomado en consideración los valores de la tabla 3.1, el cual es:

Numero recomendado de ciclos = 5.

Se ha tomado este valor ya que las actividades para la fabricación de un Bus Tipo sobrepasan los 20 minutos en el tiempo de ciclo.

Número recomendado de ciclos de observación	
Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

*Fuente:* Información tomada de Time Study Manual de los Erie Works en General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw, gerente de administración del salario.

**Tabla 3.1 (Número recomendado de ciclos de observación)**

### **3.4.2 Técnicas e Instrumentos**

Se utilizarán las siguientes técnicas:

#### **Observación**

Percepción directa del investigador acerca de los elementos que constituyen el objeto de estudio. Se opera a través de todos los sentidos humanos. Es un registro cualitativo.

#### **Tipo**

No Participante, ya que el investigador no se constituye miembro del grupo a ser investigado. Es un observador “externo” que registra la información sin involucrarse en la situación.

#### **Análisis Documental**

Consiste en la recopilación de información en fuentes secundarias: impresos (libros, revistas, folletos, manuales, etc.), digitales, audiovisuales, discos, páginas electrónicas, etc.

#### **Diagramas de Procesos**

Da a conocer la secuencia de operaciones a las cuales son sometidas las materias primas hasta obtener el producto terminado.

#### **Formato de Toma de Tiempos**

Permite registrar los tiempos obtenidos en cada estación.

## **Entrevista**

Se constituye en un dialogo entre el investigador y los entrevistados.

El instrumento que resulta útil en esta investigación es:

## **Cuaderno de Notas**

Hace posible registrar sucesos o datos que agregan valor a la investigación.

## **Plan para la Recolección de la Información**

La recopilación de información se la hará de primera mano, mediante la observación y la interrelación con los obreros y empleados de la empresa.

Se requerirá también el aporte de información técnica proveniente de expertos externos, tanto en el área de carrocerías como en organización y administración de empresas. Para la recopilación de datos, se recurrirá a las siguientes fuentes de información:

Dentro de las **fuentes primarias**: la observación directa es la de mayor importancia, ya que se trata de describir un proceso ya establecido, al que se le pueden hacer continuas mejoras; también se utilizará la entrevista a fin de conocer más de cerca la realidad de este proceso de producción.

Como **fuentes secundarias** se recurrirá a libros técnicos, manuales, revistas especializadas e Internet, para obtener una buena base teórica.

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

##### **4.1.1 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.**

Se entenderá como capacidad de producción al número de unidades producidas por unidad de tiempo, es decir el número de carrocerías por mes o por año.

Con ésta concepción, actualmente la fábrica Carrocerías IBIMCO, produce un promedio de 11 carrocerías por mes, es decir 132 carrocerías por año.

Sin embargo cabe destacar que el tiempo de producción desde cuando se inicia la actividad, luego de generar la orden de producción, hasta que se entrega la unidad terminada, es de 18 días laborables, un equivalente a 30 días calendario aproximadamente.

Otro parámetro es el número de colaboradores de planta, o sea obreros. Esta capacidad está marcada con un número de 90 obreros que se dedican a diversas actividades especializadas. Dichas actividades macro estructurales son las siguientes:

1. Estructura.
2. Forros exteriores laterales.
3. Forros exteriores de techo.

4. Forros exteriores de faldones y compuertas.
5. Forros exterior de frente e itinerario en fibra de vidrio.
6. Forros exterior de respaldo en fibra de vidrio.
7. Forro interior de respaldo y techo.
8. Forro interior de laterales y piso 1 era. Etapa.
9. Preparación y pintura interior.
10. Montaje eléctrico y neumático.
11. Montaje de pasamanos y accesorios.
12. Montaje de asientos.
13. Montaje de ventanas.
14. Fabricación y montaje de puertas.
15. Montaje de parabrisas delantero y posterior.
16. Montaje de accesorios interiores.
17. Montaje de accesorios exteriores.
18. Limpieza y revisión final.

En la mayoría de los casos éstas actividades son combinadas por obreros, es decir pueden participar en una o varias actividades balanceadas de acuerdo a la intensidad del trabajo y al tiempo requerido.

#### **4.1.2 ANÁLISIS FODA**

A continuación se efectúa el análisis FODA con el propósito de determinar que aspectos benefician o perjudican a la empresa.

##### **4.1.2.1 FORTALEZAS**

- Flexibilidad.
  
- Precio menor que las carrocerías importadas.

- Fácil accesibilidad a mano de obra.
- Fácil consecución de materiales y materia prima.
- Estandarización.
- Mejora tecnológica.

#### **4.1.2.2 OPORTUNIDADES**

- Frecuente renovación del parque automotor (por necesidad).
- Renovación obligada del parque por parte de los Municipios (Quito, Cuenca, Loja, Guayaquil).
- Estandarización de buses en Cooperativas.
- Internacionalización.

#### **4.1.2.3 DEBILIDADES**

- Economía de Escala.
- Dependencia de los importadores de chasis.
- Falta de financiamiento por parte de entidades financieras al transportista.
- Falta de unión del gremio.

- Altos costos de materiales.
- Altos costos de mano de obra - Altos costos de energía.
- Falta de profesionales especializados vinculados al sector.

#### 4.1.2.4 AMENAZAS

- Importación de buses carrozados (especialmente de Brasil).
- Miedo e incertidumbre a la inestabilidad del país.
- Ingreso de empresas del exterior.
- Competencia desleal entre miembros del sector

## **4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRABAJO**

### **4.2.1 PREPARACIÓN DE MATERIALES.**

En ésta estación se realiza todo lo referente a la preparación de materiales para la estructura principal de la carrocería, es decir: piso, laterales y techo; en donde realizan como primer paso el recubrimiento con fondo anticorrosivo a los materiales que serán cortados, tomando en cuenta la previa verificación de medidas en los planos correspondientes a cada orden de producción, posteriormente a los materiales que pertenecen a la estructura de laterales se les da la respectiva curvatura implantados en cada uno de los moldes que se tienen como patrón.

### **4.2.2 APOYOS Y PISOS**

En esta estación se ejecuta actividades a la par tales como: la construcción del piso sobre el jig's el cual facilita su elaboración, así como la preparación del chasis en donde se procede a sacar sus accesorios posteriormente se realiza la protección de las cañerías, de tal manera que no interrumpan ni sufran ningún daño al momento del montaje de piso; posteriormente se realiza el montaje de placas y apoyos los cuáles son el soporte fundamental de la carrocería ya que mediante éstas se obtiene la unión entre el chasis y la carrocería; cabe indicar que todas las ubicaciones tanto de placas como de apoyos son indicadas por planos previamente realizados por el departamento de ingeniería; a continuación se procede al montaje del piso mediante el teclé eléctrico para luego ser alineado y nivelado lo cual permitirá realizar el montaje de templadores y refuerzos, para finalmente realizar el resoldado total del piso.

### **4.2.3 LATERALES Y TECHO**

En esta estación se realiza la construcción de laterales y techo en sus respectivos jig's y el montaje de estos en el chasis, previamente a las actividades de ensamble de laterales y de techo sobre el jig's se debe tener adelantado un juego armado, es decir los dos laterales y el techo para poder realizar la actividad de montaje de laterales y ensamblaje del techo sobre el chasis; es relevante indicar que la empresa cuenta con un adecuado mecanismo para realizar el traslado de los laterales y techo ya armados en el jig's al chasis, mediante un tecla eléctrica lo cual facilita y reduce esfuerzos humanos y en especial reduce tiempo.

#### **4.2.4 RESOLDADO Y ARMADO FINAL**

En esta estación las actividades se realizan al mismo tiempo, cada grupo de trabajo realizan tareas específicas; aquí se refuerza y se suelda totalmente la carrocería; además se adapta lo que será parte de la estructura del frente de la carrocería. Se elabora además todo lo referente a faldones, guardafangos, montaje de bóvedas, guardalodos y el montaje de la estructura del portallantas; para posteriormente en la siguiente estación ser sometida al proceso de forrado.

Cabe indicar que todas las medidas y forma de la estructura son revisadas previamente en planos, los cuales han sido desarrollados anticipadamente y tomando como base los parámetros establecidos en cuanto a la resistencia de materiales (análisis de puntos críticos en materiales) y fuerzas aplicadas, es decir realizando un estudio minucioso y empleando todo lo concerniente a ingeniería mecánica y a normas de seguridad; lo cual garantiza y brinda total confianza a las personas que utilizan éstas unidades de transporte.

#### **4.2.5 FORRADO DE LATERALES, FALDONES Y COMPUERTAS**

De igual forma como en las anteriores estaciones de trabajo se realiza actividades en conjunto tales como: el forrado de laterales, puesta de refuerzos en plataforma del piso para posteriormente realizar el montaje de planchas de tol, elaboración de cajuelas y su respectivo forrado, adaptación del depurador, forrado de faldones y montaje de compuertas en cajuelas, montaje de gradas previamente realizadas en el jig's, ganchos en la parte del techo para cableado, montaje de bandejas para puertas, entre otras; es necesario indicar que cada actividad es realizada con mecanismos adecuados garantizando que la carrocería cumpla con todas las normas establecidas.

#### **4.2.6 FRENTE/RESPALDO, FORRADO DE TECHO.**

En esta estación es importante destacar el avance tecnológico dentro de la industria carrocera ya que tanto el frente como el respaldo son realizados en fibra de vidrio, la existencia de estos moldes (frente y respaldo) facilita enormemente el trabajo reduciendo notablemente el tiempo de fabricación y además la estandarización de los modelos, lo que permite brindar mayor satisfacción al cliente que hoy en día es el objetivo principal de todas las industrias emprendedoras.

Las actividades en ésta estación se realizan a la par a excepción de la fabricación de la estructura de respaldo ya que se debe tener adelantado una estructura (respaldo) para no retrasarse con las demás actividades. La estructura de respaldo primeramente se arma en el jig's lo cual facilita su fabricación, posteriormente se realiza su montaje para luego acoplar la fibra de respaldo; de la misma manera en el frente se adapta la fibra para luego realizar su estructura, ésta se desarrolla en la misma carrocería; de igual forma para proceder al forrado de techo primeramente se da la respectiva curvatura a las

planchas de galvanizado para luego realizar el montaje (previamente se debe pulir y alinear correctamente la estructura de techo), posteriormente se realiza el montaje de claraboyas y un adecuado sellado lo que garantiza que no exista ninguna filtración de agua al interior de la carrocería y finalmente el montaje de botaguas.

#### **4.2.7 PREPARACIÓN Y PINTURA**

De la misma manera en esta estación tanto los esquineros que se ubica en la parte de los costados del techo como la cabina, gradas y tapas de búster son realizados en fibra de vidrio lo que garantiza una estandarización y rapidez en el trabajo, en ésta estación se realiza todo el cableado tanto eléctrico como neumático en la carrocería, el forrado interior tanto de laterales, techo con la utilización de melamínico, como del piso con aluminio antideslizante; además del montaje de gradas y cabina.

Otra actividad que se realiza en esta estación es el pintado de la parte exterior de la carrocería (previo haber realizado la prueba de masillado y lijado) utilizando materiales de calidad lo que garantiza el trabajo elaborado.

#### **4.2.8 REVESTIMIENTO INTERIOR (PARTE 1)**

En ésta estación las actividades a desarrollarse son: adaptación del tablero (elaborado en fibra de vidrio), pintado del interior de la carrocería, es decir de todas las fibras montadas en la anterior estación, posteriormente se realiza el montaje de ventanas, asientos, tarjetero, colocación de vidrio de tarjetero, parabrisas tanto en el respaldo como el frente, espejos exteriores; todas éstas actividades se ejecutan cumpliendo normas establecidas principalmente en dimensiones y ubicaciones.

#### **4.2.9 REVESTIMIENTO INTERIOR (PARTE 2)**

En ésta estación las actividades a realizarse son: acople de la tortuga, montaje de aluminio deslizante en gradas, colocación de todos los accesorios eléctricos, es decir todo lo concerniente a iluminación de la carrocería tanto al interior como al exterior, además la colocación de plumas y antena. Se realiza también el montaje de pasamanos los cuales cumplen con normas y estándares estipulados, garantizando así que interiormente la carrocería tenga un diseño ergonómico. Además se realiza la colocación de las puertas y sus accesorios.

#### **4.2.10 ACABADOS, SISTEMA ELÉCTRICO (PARTE 1)**

En ésta estación principalmente se realiza la colocación de accesorios del tablero, la conexión de todo el sistema eléctrico es decir la alimentación con la respectiva intensidad de voltaje a cada uno de los accesorios eléctricos de la carrocería, además la ubicación de válvulas y adaptación del sistema neumático tanto para las puertas como para la mascarilla y por último el montaje del resto de accesorios tales como la base del extintor, el asiento del chofer y todo el recubrimiento de los alambres de la carrocería.

#### **4.2.11 ACABADOS, SISTEMA ELÉCTRICO (PARTE 2)**

En esta estación se realiza el chequeo y terminación de las actividades tanto del sistema eléctrico como neumático, es decir una revisión minuciosa para que todos los accesorios operen perfectamente y además que no exista fugas de aire o algún desperfecto concerniente a estas tareas. Se procede también a realizar el calafateo, que es un

recubrimiento en las parte baja de la carrocería garantizando que no se deteriore el material por contacto con agua o lodo.

Posteriormente se realiza una limpieza total de la carrocería tanto en el interior como en el exterior, para luego llevarla a la prueba de estanqueidad, que consiste en simular una pertinaz lluvia, es decir inyectar agua a presión por todos los ángulos a la carrocería para verificar que no exista ninguna clase de filtración al interior de ésta, lo cual brinda total seguridad y garantiza cumplir con todas las expectativas del cliente que es el objetivo principal de la empresa.

#### **4.3 DETALLE DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LAS ESTACIONES DE TRABAJO**

El anexo A que se visualiza más adelante, se detallan las principales actividades que componen cada una de las estaciones de trabajo.

Cada sub-actividad está debidamente numerada lo cual permite identificar a que actividad y estación corresponde; por otro lado, en lo que refiere a la toma de tiempos en cada una de estas sub-actividades cabe indicar que se han cronometrado sin tomar en consideración paros innecesarios al momento de su desarrollo.

#### **4.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS REQUERIDOS EN CADA ESTACIÓN**

Para una mejor comprensión se identifica los recursos de maquinaria considerando que las herramientas que utilizan son similares en cada línea de producción (conjunto de estaciones), la empresa IBIMCO tiene identificada dos líneas de producción: Estructura y Terminados.

La identificación de mano de obra se realiza para cada una de las estaciones.

#### **4.4.1 LÍNEA 1: ESTRUCTURA**

Herramientas utilizadas:

- Flexómetros
  - Rayadores
  - Soldadoras Eléctricas
  - Taladros
  - Pulidoras
  - Plasma
  - Llave mixta N° 13
  - Llave mixta N° 19
  - Llave mixta N° 20
- Remachadoras
- Pistolas para salchicha
- Llaves pico de loro
- Tijeras curvas
- Desarmadores (plano, estrella)
- Taladros de presión
- Escuadras
- Prensas
- Teclé Eléctrico

- Martillos
- Templadores
- Combos
- Jig's (laterales, piso, techo)
- Soldadoras MIG
- Sierras de arco

#### **4.4.1.1 ESTACIÓN 0: PREPARACIÓN DE MATERIALES**

El número de operarios permanentes en ésta estación es de tres, ya que la persona que realiza el varolado de materiales laterales también realiza actividades en la estación 1, por tal razón no se consideró en esta estación.

#### **4.4.1.2 ESTACIÓN 1: APOYOS Y PISOS**

El número total de operarios en ésta estación tomando en consideración a la persona que realiza actividades en la estación cero es de cuatro.

#### **4.4.1.3 ESTACIÓN 2: LATERALES Y TECHO**

El número de operarios permanentes en esta estación es de seis.

#### **4.4.1.4 ESTACIÓN 3: RESOLDADO Y ARMADO FINAL**

El número de operarios permanentes en ésta estación es de cuatro, ya que la persona que elabora el portallantas también realiza otras actividades por tal motivo no se le ha considerado en esta estación.

#### **4.4.1.5 ESTACIÓN 4: FORRADO DE LATERALES, FALDONES Y COMPUERTAS**

Es preciso aclarar en esta estación los operarios permanentes son ocho; no se ha tomado en consideración a los operarios que

realizan el montaje de bandejas en las puertas ya que ellos en su mayor parte realizan otra actividad fuera de ésta estación.

#### **4.4.1.6 ESTACIÓN 5: FRENTE/RESPALDO, FORRADO DE TECHO**

El número de operarios permanentes en ésta estación es de siete.

#### **4.4.2 LÍNEA 2: TERMINADOS**

Herramientas utilizadas en esta línea:

- Flexómetros
- Rayadores
- Martillos
- Sierras de arco
- Lijadoras
- Lijadoras neumáticas
- Plasma
- Caladora
- Soldadoras MIG
- Sopletes
- Escuadras
- Playos de Herradura
- Marcadores
- Pulidoras
- Taladros
- Desarmador Eléctrico
- Remachadoras
- Playos de presión
- Pistolas para salchicha
- Limaton
- Llave N° 18
- Llave N° 27
- Tijeras curvas

#### **4.4.2.1 ESTACIÓN 6: PREPARACIÓN Y PINTURA**

El número de operarios permanentes en esta estación es de nueve, no se ha tomado en consideración a los operarios de

cableado eléctrico y sistema neumático por que las actividades con mayor tiempo lo realizan en otra estación.

#### **4.4.2.2 ESTACIÓN 7: REVESTIMIENTO INTERIOR (PARTE 1)**

El número de operarios permanentes en ésta estación es de diez; los cuales son tomados en consideración por estar realizando actividades la mayoría de tiempo en esta estación.

#### **4.4.2.3 ESTACIÓN 8: REVESTIMIENTO INTERIOR (PARTE 2)**

El número de operarios permanentes en ésta estación es de seis los otros operarios ya han sido considerados en las anteriores estaciones.

#### **4.4.2.4 ESTACIÓN 9: ACABADOS, SISTEMA ELÉCTRICO**

##### **(PARTE 1)**

El número de operarios permanentes en esta estación es de uno los otros operarios ya fueron tomados en cuenta en otras estaciones por tener mayor permanencia en dichas actividades.

#### **4.4.2.5 ESTACIÓN 10: ACABADOS, SISTEMA ELÉCTRICO**

##### **(PARTE 2)**

El número de operarios permanentes en esta estación es de uno cabe recalcar que el resto de operarios que se indican en ésta estación ya se han considerado anteriormente.

Además la planta de producción cuenta con adecuados sistemas de distribución aérea tanto de tomas de corriente eléctrica como de aire, necesarias para el funcionamiento de cada una de las herramientas, se debe destacar también que cada grupo de trabajo tiene disponible extensiones de alambre.

Es necesario indicar además que para uso general de los operarios la empresa cuenta con maquinaria tales como:

- Dos Esmeriles.
- Cuatro entenallas.
- Un taladro de pedestal.
- Dos cizallas manuales.
- Una Dobladora de tol manual.
- Dos tronzadoras de disco.
- Una cizalla eléctrica de guillotina (operada por una persona especializada).
- Una Plegadora (operada por una persona especializada).
- Una Prensa Troqueladora (operada por una persona especializada).
- Cuatro compresores de aire.

#### **4.5 DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN CADA ESTACIÓN**

En el anexo B que se visualiza más adelante, se indica el tiempo perteneciente a cada una de las actividades desarrolladas en las diferentes estaciones de trabajo, dichos tiempos corresponden al estudio de producción de cinco buses, lo que permite obtener una Media confiable que a su vez facilita el poder llevar a cabo un estudio del cual se desprenden resultados reales y con mínimo margen de error esto se vincula obviamente al número adecuado de observaciones.

#### **4.6 ELABORACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN POR ESTACIONES.**

Para realizar el plan de producción por estaciones se efectuó el Diagrama de Gantt (que consiste en representar cada actividad por una barra horizontal la que, por su cruce con niveles o líneas verticales, indica en meses, semanas,

días, entre otros. Uno de los elementos más importantes de controlar es el desarrollo de la realización de actividades tanto el tiempo que cada una de ellas implica, como en la relación que deben soportar entre si en cada momento, cuando todas ellas concurren al mismo fin.), en el programa Microsoft Project el cual se indica en el anexo C; para la realización de este diagrama se utilizó los tiempos de cada una de las actividades y sus secuencias, en lo referente a la producción de un Bus Tipo, los cuales fueron digitados en el programa para posteriormente obtener el resultado que permite conocer el tiempo de producción total, el resultado arrojado fue de 19,91 días laborables, entendiéndose por día laborable: jornada de ocho horas diarias; cabe indicar que para empezar con la producción de otro Bus Tipo debe transcurrir dos días de iniciado el anterior, lo cual se resume en el siguiente cuadro (tabla 4.6.1):

<b>Producción</b>	<b>Fecha de Inicio</b>	<b>Fecha de Finalización</b>
Carrocería 1	1	20
Carrocería 2	3	22
Carrocería 3	5	24
Carrocería 4	7	26
Carrocería 5	9	28
Carrocería 6	11	30

**Tabla 4.6.1 (Plan de Producción)**

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

Por medio del análisis del sistema de producción por estaciones para bus tipo y el balanceo de línea en la fábrica de CARROCERÍAS IBIMCO se llega a concluir que:

- CARROCERÍAS IBIMCO actualmente tiene 10 estaciones de trabajo, se determina que las mismas se encuentran bien estructuradas ya que las actividades que lo conforman están íntimamente relacionadas.
- Por medio de la descripción detallada de las actividades se establece que la preparación de materiales es una de las acciones fundamentales de la cual dependen el resto de actividades para su normal desarrollo en la fabricación de un Bus Tipo.
- Según la identificación de los recursos tanto humanos como maquinaria requeridos para cada estación se llega a concluir que debe existir énfasis en el control del personal y para evitar tiempos muertos se debe facilitar herramientas básicas a cada uno de los operarios.
- Basándose en la toma de tiempos de producción tomados en cada estación se concluye que la fabricación de un Bus Tipo en

- CARROCERÍAS IBIMCO tiene una duración d 19,91 días laborables  
Mediante el desarrollo del plan de producción se llega a determinar (entendiéndose como día laborable; jornada de 8 horas) que para empezar con la producción de otro Bus Tipo debe transcurrir dos días de iniciado el anterior.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda para que exista un mejoramiento en la producción, se realice un balanceo de línea, el mismo que ayudará a examinar a que actividades se debe dar soluciones.
- Para que exista un soporte teórico en la estructuración de la creación de estaciones de trabajo y balanceo de línea se recomienda utilizar un software, el mismo que servirá para afianzar la formación de estaciones de trabajo, permitiendo tener un adecuado balanceo de línea.
- Como recomendación general para mejorar la producción de Bus Tipo se debería implementar una Cabina de Pintura al Horno para mejorar el tiempo de producción y lo primordial que es mejorar la calidad del terminado del producto.
- Controlar la calidad del producto al término de cada estación, el mismo que certificará el paso del producto al siguiente proceso, lo cual asegurará la calidad de la carrocería.
- Se recomienda que este proyecto referente al análisis e interpretación de resultados, se tome como base para los otros tipos de carrocerías que produce la empresa.

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 DESCRIPCIÓN DEL BALANCEO DE LÍNEA PROPUESTO.**

El balanceo de línea está basado principalmente en desarrollar recomendaciones para el mejoramiento en la producción, poniendo énfasis en las actividades que limitan el avance en la fabricación de la carrocería en cada una de las estaciones y que son consideradas “cuellos de botella”.

##### **6.1.1 ESTACIÓN 0: PREPARACIÓN DE MATERIALES.**

Tomando como referencia el anexo D, se puede deducir que a la actividad que debe ir enfocada la recomendación es al Corte de Materiales; de tal manera que los operarios designados a realizar el fondeo de materiales sean también quienes realicen el transporte de los mismos hacia la zona de corte, lo cual permitiría un ahorro aproximado de una hora al tiempo total de la actividad de corte; a la vez, para que no se vea afectado el tiempo en la actividad de Fondeo, se recomienda que exista un apropiado almacenamiento de materiales, cuyo objetivo sería evitar su oxidación, de tal forma que se pueda eliminar el tiempo destinado al lijado de este material para eliminar el óxido.

##### **6.1.2 ESTACIÓN 1: APOYOS Y PISOS.**

Basándose en el anexo E, se puede visualizar que se debe poner énfasis para la recomendación en la actividad de Desmontaje de Accesorios, Protección de Cañerías del chasis, en donde se indica que para tener un ahorro de tiempo esta actividad se debe desarrollar estrictamente dentro de la planta de producción para que exista un mejor control al personal que lo elabora y además si se lo realiza fuera de la planta de

producción por motivos de medio ambiente los operarios disminuyen el ritmo de trabajo provocando la existencia de tiempos no productivos lo cual afecta notablemente al tiempo total de la estación.

### **6.1.3 ESTACIÓN 2: LATERALES Y TECHO.**

Según el anexo F, se recomienda a los operarios que ejecutan la actividad de Ensamble de Techo sobre Jig's una vez terminado su trabajo ayuden a realizar el resoldado final en el Ensamble de laterales sobre el Jig's, lo cual permitirá ahorrar un tiempo aproximado de una hora y media, al tiempo total de esta estación; ya que dicha actividad requiere de mayor lapso de tiempo para su culminación; una vez finalizado estas actividad de ensamble de techo y laterales sobre Jig's, los operarios deberán retomarán su ciclo normal de trabajo.

### **6.1.4 ESTACIÓN 3: RESOLDADO Y ARMADO FINAL.**

Mediante el análisis del anexo G, se puede visualizar claramente que a la actividad que se debe referir la recomendación es al Resoldado Final de la Estructura, para poder mejorar el tiempo en esta actividad los operarios que realizan el Montaje de Laterales y Techo sobre el chasis en la estación dos ayuden al resoldado de la estructura hasta que terminen la construcción de laterales sobre el Jig's para iniciar un nuevo ciclo de trabajo, esto permitirá ahorrar aproximadamente una hora, lo cual mejorará el tiempo de esta estación.

### **6.1.5 ESTACIÓN 4: FORRADO DE LATERALES, FALDONES Y**

#### **COMPUERTAS.**

Según el estudio al anexo H, se identifica claramente que a la actividad que se debe tener como referencia es a Montaje de Piso (plancha de 2mm), en donde se recomienda que exista un mayor control al personal al momento de realizar el fondeo de las planchas de tol (2mm) ya que por elaborar fuera de la planta de producción los operarios no realizan

adecuadamente las actividades establecidas; o se recomienda también que los operarios que efectúan el fondeo de materiales (tubería) a su vez realicen el fondeo de planchas de tol lo cual permitirá la eliminación de estos tiempos improductivos en esta estación.

#### **6.1.6 ESTACIÓN 5: FRENTE/RESPALDO, FORRADO DE TECHO.**

Con relación al anexo I, se puede determinar que en esta estación por motivos de ensamblaje debe terminar a la par el montaje de estructura y de fibra tanto al frente como el respaldo para que no exista demoras al momento de forrar el techo ya que necesariamente para realizar el forrado total del techo debe estar montado las fibras anteriormente mencionadas.

#### **6.1.7 ESTACIÓN 6: PREPARACIÓN Y PINTURA.**

De acuerdo con los datos indicados en el anexo J, se ha visto necesario aplicar una recomendación para mejorar al sector de pintura, que los operarios que realizan la actividad de forrado de laterales no dejen con muchos desperfectos (mayor cuidado al momento de cortar el material para forrado), ya que, esto implica mayor trabajo al momento de realizar la prueba de masillado y posteriormente la prueba de lijado. Teniendo esta precaución se podrá ahorrar tiempo y trabajo a los operarios que efectúan esta actividad. Como recomendación general mantener un proporcionado control al personal de esta estación.

A partir de esta estación se debe enfatizar en el control de calidad de los terminados ya que el grado de satisfacción del cliente esta basado principalmente en la imagen que presenta los acabados de la carrocería.

#### **6.1.8 ESTACIÓN 7: REVESTIMIENTO INTERIOR (PARTE 1).**

Como determina el anexo K, se puede recomendar en esta estación que apenas culminen el montaje de todas las fibras y elementos que serán pintados interiormente, se efectuó inmediatamente la actividad de pintado de interiores para que esta no se convierta en el “cuello de botella” de las

actividades siguientes, lo mismo que servirá para no alterar al tiempo total de la fabricación de la carrocería.

#### **6.1.9 ESTACIÓN 8: REVESTIMIENTO INTERIOR (PARTE 2).**

Según lo estipulado en el anexo L, se enfatiza que a los operarios que realizan el montaje de ventanas en la anterior estación traten en lo posible de finalizarlo, para que al momento de montar algunos accesorios de los pasamanos no tengan que nuevamente desarmar para terminar con el montaje de ventanas, eliminando así la aparición de estos reprocesos que originan tiempos innecesarios, los cuales afectan al tiempo de esta estación. Como recomendación general debe existir una planificación adecuada con las personas que realizan la actividad de fabricación y montaje de ventanas.

#### **6.1.10 ESTACIÓN 9: ACABADOS, SISTEMA ELÉCTRICO (PARTE 1).**

Mediante la determinación del anexo M, se recomienda que tengan un cuidado especial al momento de realizar las actividades correspondientes, para que no se produzca desperfectos o rayados en los accesorios ya terminados interiormente, ya que si no tienen la debida precaución da lugar a emplear tiempo en coger fallas para eliminar estos desperfectos, lo mismo que produce pérdida de tiempo, material, y disminución en la calidad del acabo final.

#### **6.1.11 ESTACIÓN 10: ACABADOS, SISTEMA ELÉCTRICO (PARTE 2).**

Con lo suscrito en el anexo N, a la actividad que se debe enfatizar es a la de limpieza la misma que depende mucho de las precauciones que hayan tomado las actividades anteriores. Como recomendación general para disminuir el tiempo en esta actividad se debe tomar en cuenta que al momento de realizar las actividades se debe tener precaución de no ocasionar rayaduras o desperfectos en los accesorios ya colocados; se debe

también enfatizar el control de calidad en cada una de estas actividades, ya que de esto depende el grado de satisfacción del cliente.

#### **6.1.12 PUERTAS Y MANILLAS.**

Tomando como referencia el anexo O, se recomienda que la fabricación tanto de puertas y manillas se realice con la debida antelación y planificación para el envío a realizar el proceso de pintado de estos accesorios, ya que de no existir la planificación necesaria interrumpirá las actividades de colocación de cauchos y vidrios en las puertas y por ende el montaje de las mismas en la carrocería.

#### **6.1.13 PREPARACIÓN DE PARTES Y PIEZAS.**

Según el anexo P, se recomienda planificar la realización de estas actividades para que no altere o no se conviertan en “cuellos de botella” a las actividades que necesariamente dependen que este culminadas estas preparaciones. Se recomienda además que tengan un control adecuado y revisar minuciosamente las fibras para que al final no exista ninguna clase de desperfecto (reventado de fibra o de pintura).

### **6.2 DESARROLLO DE UN MANUAL PARA LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE DE FORMACIÓN DE ESTACIONES Y SU BALANCEO (WINQSB 2.0).**

Se utiliza este software ya que posee una serie de módulos que se pueden aplicar a materias impartidas en Ingeniería Industrial, en especial al tema referente a la formación de estaciones y balanceo de líneas el cual es el motivo de estudio de este proyecto.

**6.2.1 WINQSB 2.0:** es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa.

Este sistema utiliza los mecanismos típicos de la interfase de Windows, es decir, ventanas, menús desplegables, barras de herramientas, etc. Por lo tanto el manejo del programa es similar a cualquier otro que utilice el entorno Windows. El sistema está formado por 19 módulos, uno para cada tipo de modelo o problema los cuales son:



**1. Acceptance Sampling Analysis** (Análisis de Muestreo de Aceptación).

Desarrolla y analiza aceptación de planes de prueba para atributos y características de calidad de variables. Incluye capacidades específicas para:

- Prueba Simple
- Prueba Doble



**2. Aggregate Planning** (Planeación Agregada).

Permite definir los problemas de planificación agregada en tres formas: modelo simple, modelo de transporte y modelos de programación lineal. Este programa permite especificar la disponibilidad de horas extras, demoras en la entrega de pedidos, subcontratación, pérdida de ventas, y contratos y despidos de recursos.



**3. Decision Analysis** (Análisis de Decisiones).

Resuelve cuatro problemas de decisión típicos:

- Análisis bayesiano,

- Análisis de la mesa de pago,
- Análisis de decisión de árbol y
- Teoría de juegos.

Dibuja el gráfico del árbol de decisión para los problemas mencionados.



#### 4. **Dynamic Programming** (Programación Dinámica).

Resuelve tres problemas dinámicos típicos: diligencia, mochila, y problemas de producción planificación de inventarios. Incluye capacidades para:

- Resolver los tres problemas dinámicos.
- Encuentra la ruta más corta de cualquier nodo a un destino.
- Encuentra la mejor planificación para minimizar la producción, inventario y/o costos de las demoras en las entregas de pedidos.
- Muestra el detalle de los pasos de solución y el resultado.
- Realiza el análisis “What – if” (análisis de hipótesis).



#### 5. **Facility Location and Layout** (Localización de Plantas y Diseño).

Resuelve tres problemas: facilidad de localización, diseño funcional, y línea de equilibrio. Incluye capacidades para:

- Resolver localizaciones simples y múltiples.
- Usar tres medidas de distancia diferentes.

- Mostrar la solución en un gráfico.
- Mostrar el diseño y análisis de distancia.
- Problemas de línea de equilibrio, muestra el detalle de tareas asignadas y muestra la solución de la línea de diseño en un gráfico.



## 6. **Forecasting and Linear Regression** (Pronósticos y Regresión Lineal).

Resuelve series de tiempo que realizan las variables múltiples de regresión lineal.

Incluye: promedio simple, promedio doble, promedio doble con tendencia lineal, etc.



## 7. **Inventory Theory and System** (Teoría y Sistemas de Inventarios).

Resuelve y evalúa problemas de control de inventarios. Incluye capacidades para:

- Resolver problemas de descuentos de cantidades.
- Resolver problemas probabilísticos de periodos simples (vendedor de periódicos).
- Resolver problemas dinámicos de muchos tamaños.
- Resuelve, evalúa y simula cuatro sistemas de control de inventarios.



## 8. **Job Scheduling** (Programación de Jornadas de Trabajo).

Resuelve problemas de planeamiento para trabajos que esperan ser atendidos por algún servidor. Incluye capacidades para:

- Quince reglas de desecho para planeamiento de negocios.
- Muestra el diagrama de Gantt.
- Ocho medidas de rendimiento para el programa atendido.
- Muestra un gráfico de análisis de rendimiento.



### **9. Markov Process** (Procesos de Markov).

Este programa resuelve y analiza los procesos de Markov. Incluye capacidades para:

- Realizar paso a paso los procesos de Markov.
- Realizar el análisis de rendimiento dependiente del tiempo y mostrar el resultado en un gráfico.
- Analizar el costo total o la ganancia.
- Resolver el estado de probabilidad estable y el primer tiempo de transición.



### **10. Material Requirements Planning** (Planeación de Requerimiento de Materiales).

Es un método para determinar qué, cuándo y cuántos componentes y materiales son requeridos para satisfacer un plan de producción de productos terminados en un tiempo específico.

- Muestra un gráfico de estructura de producto
- Muestra un reporte en parte de artículos, clase ABC, originando tipo o tipo de material.
- Muestra el análisis de capacidad.
- Muestra el análisis de costo.

- Introduce el problema en formato de hoja de cálculo.



## 11. **Network Modeling** (Modelación de Redes).

Modela y resuelve problemas de redes incluyendo el flujo de trabajo de red, transportación, y camino de prueba corta que incluye un conjunto de nodos conectados, donde solo un nodo es considerado como nodo origen, y solo un nodo es considerado como nodo destino. El objetivo es determinar un camino de conexiones que minimicen la distancia total desde el origen al destino. Incluye capacidades para:

- Resolver problemas de flujo máximo.
- Resolver el algoritmo para el problema del árbol de llave mínima.
- Método de Ramificación y Acotamiento.
- Muestra los pasos de la solución.
- Muestra la solución gráfica.
- Realiza el análisis “What – if” (análisis de hipótesis) y el análisis paramétrico.



## 12. **Nonlinear Programming** (Programación no Lineal).

Resuelve funciones objetivos no lineales con o sin restricciones. Las restricciones también pueden ser no lineales. Incluye capacidades para:

- Resolver problemas sin restricciones de variables.
- Resolver problemas con restricciones.
- Analizar la solución asignada.

- Analizar violaciones a restricciones.
- Generar un análisis de las restricciones con un gráfico y una tabla.
- Generar un análisis de la función objetivo con un gráfico y una tabla.



### 13. **PERT\_CPM** (PERT y CPM).

Los problemas representados por redes de proyectos pueden ser analizados mediante dos métodos: el método de la ruta crítica **CPM** (Deterministic CPM) es una herramienta de tipo determinístico y el método de la ruta crítica **PERT** (Probabilistic PERT) es una herramienta de tipo Probabilístico.



### 14. **Quadratic Programming** (Programación Cuadrática).

Resuelve modelos donde la función objetivo es de tipo cuadrática y está limitada por un número de restricciones lineales. Las variables de decisión son consideradas continuas. Incluye:

- Método simplex y gráfico para QP
- Método de ramificación y acotamiento para IQP
- Muestra la tabla del método simplex.
- Muestra la solución del método de ramificación y acotamiento
- Realiza el análisis de sensibilidad o análisis paramétrico



### 15. **Quality Control Chart** (Cartas de Control de Calidad).

Construye los mapas de control de calidad y realiza los análisis gráficos relacionados. Un mapa de control de calidad es un gráfico que muestra los resultados de una característica de calidad de la muestra medida en el tiempo.



#### **16. Queuing Analysis (Sistemas de Cola).**

Resuelve sistemas de formación de colas de espera incluyendo la población de clientes y los servidores (canales). La población de clientes puede ser limitada o ilimitada. El sistema es evaluado como el número promedio de clientes en el sistema, el número promedio de clientes en la cola, la probabilidad de que lleguen más clientes, la probabilidad de que los servidores estén ociosos, la probabilidad de que un cliente que llega espere, el costo de un servidor ocioso por unidad de tiempo, el costo del servidor ocupado por unidad de tiempo, etc.



#### **17. Queuing System Simulation (Simulación de Sistemas de Cola).**

Modela y realiza el sistema de colas simple y múltiple en poblaciones con llegada de clientes, y servidores. Incluye capacidades para:

- Realizar la simulación de la formación de colas de espera generando los eventos discretos de llegadas de clientes, la realización del servicio, el traslado del cliente, y la formación de la cola.
- Utiliza 18 distribuciones de probabilidad para la probabilidad de que lleguen clientes.

- Utiliza 9 reglas de selección para definir las operaciones del servidor.
- Muestra el análisis en un gráfico.



## **18. Linear and Integer programming** (Programación Entera y Lineal).

Este módulo del programa resuelve problemas de Programación Lineal (LP) y de Programación Entera Lineal (ILP). Un problema LP o ILP involucra una función objetivo lineal y un número limitado de restricciones lineales. Las variables de decisión pueden ser acotadas con valores límites. Todas las variables de decisión en un problema LP son consideradas continuas naturalmente, lo que significa que toman un valor real entre las cotas. Las variables de decisión para un problema ILP pueden estar restringidas a valores enteros o valores binarios (0 ó 1).



## **19. Goal Programming** (Programación por Objetivos).

Un problema GP o IGP involucra una o más funciones objetivo y un número limitado de restricciones lineales. Los objetivos son ordenados por prioridad y todas las variables de decisión son consideradas continuas. Las variables de decisión pueden restringirse a valores enteros o valores binarios (0 o 1). Incluye capacidades para:

- Realizar el método Simplex y gráfico para GP.
- Realizar el método de Ramificación y Acotamiento para IGP.
- Mostrar la tabla del Método Simplex.

- Mostrar la solución del Método de Ramificación y Acotamiento.
- Encontrar la solución alternativa.
- Realizar el análisis ilimitado para problemas infinitos.

### 6.2.2 Instrucción para ingresar a los diferentes módulos del programa WINQSB 2.0

El acceso a los módulos del programa WINQSB 2.0 se puede efectuar pulsando el botón INICIO del sistema operativo Windows, posteriormente pulsar en el menú PROGRAMAS y aparecerá todos los programas que posee la PC, buscar la carpeta WINQSB y pulsar sobre esta carpeta, se desplegará todos los módulos del programa y finalmente pulsar sobre el módulo que usted requiera ingresa (figura 6.1).



**Figura 6.1 (Instrucción para ingresar a módulos del WINQSB 2.0)**

Al acceder a cualquiera de los módulos se abre una ventana en la que debemos elegir entre crear un nuevo problema (**File > New Problem**) o leer uno ya creado (**File > Load Problem**). Las extensiones de los ficheros con los modelos las pone el

programa por defecto, por lo tanto solamente debemos preocuparnos del nombre, que no deberá tener más de 8 caracteres.

Todos los módulos del programa tienen en común los siguientes menús desplegables:

- **File:** incluye las opciones típicas de este tipo de menús en Windows, es decir, permite crear y salvar ficheros con nuevos problemas, leer otros ya existentes o imprimirlos.
- **Edit:** incluye las utilidades típicas para editar problemas, copiar, pegar, cortar o deshacer cambios. También permite cambiar los nombres de los problemas, las variables, y las restricciones. Facilita la eliminación o adición de variables y/o restricciones, y permite cambiar el sentido de la optimización.
- **Format:** incluye las opciones necesarias para cambiar la apariencia de las ventanas, colores, fuentes, alineación, anchura de celdas, etc.
- **Solve and Analyze:** esta opción incluye al menos dos comandos, uno para resolver el problema y otro para resolverlo siguiendo los pasos del algoritmo.
- **Results:** incluye las opciones para ver las soluciones del problema y realizar si procede distintos análisis de la misma.

- **Utilities:** este menú permite acceder a una calculadora, a un reloj y a un editor de gráficas sencillas.
- **Window:** permite navegar por las distintas ventanas que van apareciendo al operar con el programa
- **WinQSB:** incluye las opciones necesarias para acceder a otro módulo del programa.
- **Help:** permite acceder a la ayuda on-line sobre la utilización del programa o las técnicas utilizadas para resolver los distintos modelos. Proporciona información sobre cada una de las ventanas en la que nos encontremos.

### 6.2.3 Instrucciones para la utilización del módulo FACILITY LOCATION AND LAYOUT

En el presente proyecto el módulo que se utilizará es **Facility Location and Layout** (Localización de Plantas y Diseño) ya que en este se puede resolver problemas de balanceo de línea tema de estudio en este proyecto; por lo tanto las instrucciones de uso se referirán solo a este módulo y específicamente a como utilizar el módulo para resolver problemas de balanceo de línea.

#### 6.2.3.1 Definición de los comandos que se encuentran en el módulo Facility Location and Layout



**New Problem (Nuevo Problema)**

Este comando empieza un nuevo problema. El programa exige que usted defina la especificación del problema que incluye: el tipo del problema, el nombre del problema, y la configuración del problema.



#### **Load Problem (Abrir Problema)**

Este comando abre un archivo que usted seleccione en la ventana que almacenó antes. El programa mostrará automáticamente el problema seleccionado.



#### **Save As (Guardar Como)**

Este comando guarda el problema, aparece un diálogo para asignar un nombre de archivo y la extensión por ejemplo para asignar un archivo de mapa de bits y directorio para salvar un gráfico o la tabla, o asignar un nombre de archivo de texto y directorio para guardar una hoja de cálculo. El archivo de mapa de bits guardado puede ser abierto por cualquier aplicación de manejo de mapa de bits como Paint, y el archivo de texto puede ser abierto por los programas: Microsoft Excel o Microsoft Word.



#### **Print Problem (Imprimir Problema)**

Este comando imprime el problema en curso, los pasos para imprimir son similares a cualquier programa de Microsoft por ejemplo Word.



#### **Exit (Cerrar Problema)**

Este comando cierra la ventana en curso. Si la ventana en curso es la ventana de ingreso de datos y el problema no

ha sido guardado, el programa le permite guardar antes de cerrar.



### **Cut (Cortar)**

Este comando copia y elimina los datos del área seleccionada para ser insertados en otra celda que usted seleccione y pegue (ctrl.+V) los datos.



### **Copy (Copiar)**

Este comando copia la parte del área que usted selecciona, esta área no es afectada.



### **Paste (Pegar)**

Este comando pega el área seleccionada. Usted debe seleccionar un área en donde requiera insertar los datos copiados o cortados.



### **Number (Número)**

Este comando selecciona el formato numérico para la hoja de cálculo en curso.



### **Font (Tipo de Letra)**

Este comando selecciona el tipo de letra para la hoja de cálculo en curso. Usted también puede especificar los tamaños de letra, color, estilo (tachado y subrayado).



### **Align-left (Alinear a la Izquierda)**

Este comando alinea los datos del área seleccionada (primera fila o columnas) a la izquierda de la celda de datos.



#### **Align-center (Alinear en el Centro)**

Este comando alinea los datos del área seleccionada (primera fila o columnas) al centro de la celda de datos.



#### **Align-right (Alinear a la Derecha)**

Este comando alinea los datos del área seleccionada (primera fila o columnas) a la derecha de la celda de datos.



#### **Row Height (Altura de fila)**

Este comando atribuye las alturas de filas a la hoja de cálculo en curso. Usted puede hacer clic o arrastrar la barra de desplazamiento para aumentar o reducir la altura de la fila.



#### **Column Width (Ancho de Columna)**

Este comando atribuye el ancho de columna a la hoja de cálculo en curso. Usted puede hacer clic o arrastrar la barra de desplazamiento para aumentar o reducir el ancho de columna.



#### **Solve (Resolver)**

Este comando indica las elecciones o las configuraciones para solucionar el problema.



### **Graph/Chart (Gráfico / Tabla)**

Este comando permite que usted diseñe tablas gráficas o para visualizar gráficos.



### **Calculador (Calculadora)**

Este comando indica la calculadora de sistema de Windows. Usted puede especificar la calculadora en la vista científica o estándar.



### **Clock (Reloj)**

Este comando indica el reloj de sistema de Windows. Usted puede especificar el reloj en vista digital o análogo.



### **Help (Ayuda)**

Este comando abre la ayuda del programa WINQSB 2.0 para consultar de temas relacionados con los módulos, comandos, etc.

Para acceder a crear un nuevo problema dentro de este módulo debe seguir la siguiente secuencia:

**File > New Problem**

O pulsar el comando  (**New Problem**)

Aparecerá entonces la siguiente ventana (Figura 6.2):

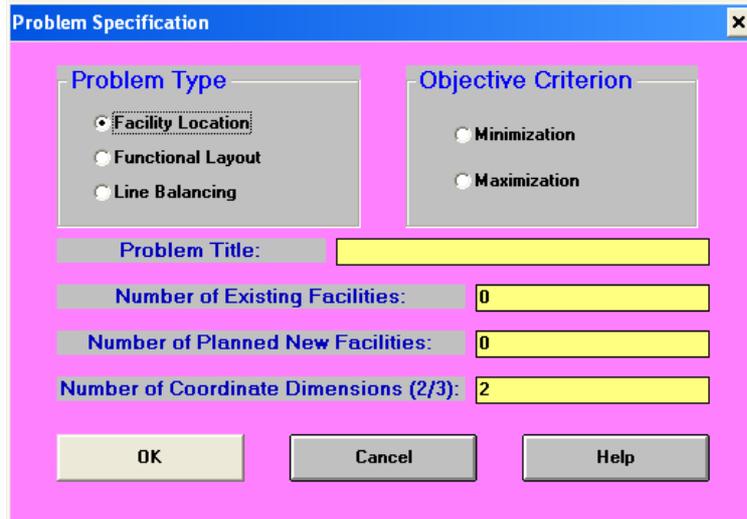


Figura 6.2 (Ventana de especificaciones del problema)

En donde para el estudio de este proyecto se debe seleccionar Line Balancing (Balanceo de línea) en el menú Problem Type (Tipo de Problema) en donde aparecerá la siguiente ventana (Figura 6.3):

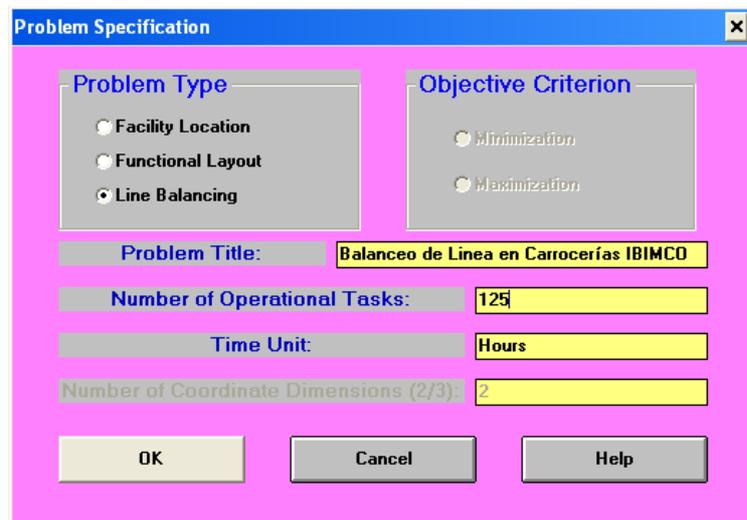


Figura 6.3 (Ventana de especificaciones del problema para Balanceo de línea)

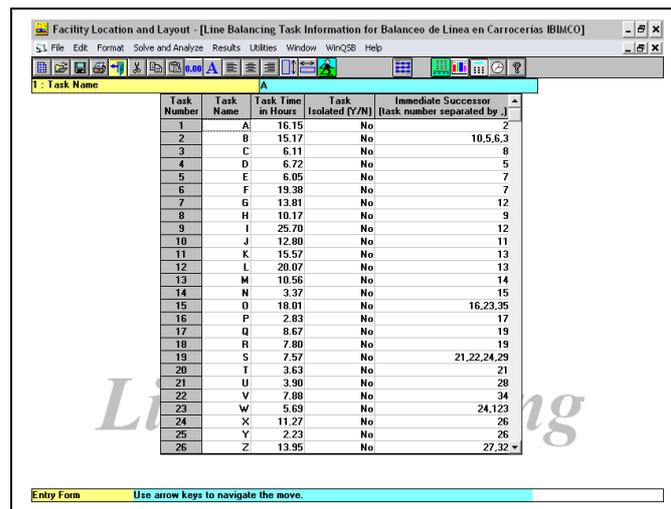
En la que debemos indicar:

**Problem Title:** Nombre del problema

**Number of Operational Tasks:** Número de tareas (operaciones):

**Time Unit:** Unidad de tiempo

Una vez ingresados los datos que requiere esta ventana pulsar el botón OK. A continuación aparecerá la tabla 6.1 donde debemos ingresar los datos:



Task Number	Task Name	Task Time in Hours	Task Isolated (Y/N)	Immediate Successor (Task number separated by ,)
1	A	18.15	No	2
2	B	15.17	No	10,5,6,3
3	C	6.11	No	8
4	D	6.72	No	5
5	E	6.05	No	7
6	F	13.39	No	7
7	G	13.81	No	12
8	H	10.17	No	9
9	I	25.70	No	12
10	J	12.80	No	11
11	K	15.57	No	13
12	L	20.07	No	13
13	M	10.56	No	14
14	N	3.37	No	15
15	O	19.01	No	16,23,35
16	P	2.83	No	17
17	Q	8.67	No	19
18	R	7.80	No	19
19	S	7.57	No	21,22,24,29
20	T	3.63	No	21
21	U	3.30	No	28
22	V	7.88	No	34
23	W	5.69	No	24,123
24	X	11.27	No	26
25	Y	2.23	No	26
26	Z	13.95	No	27,32

**Tabla 6.1 (Datos del Problema)**

En la que debemos indicar:

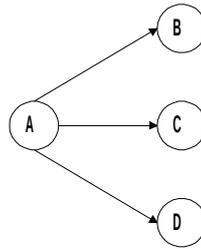
**Task Number:** (El número de la tarea), el programa automáticamente inserta de acuerdo al número de tareas (operaciones) que usted digito en la anterior ventana.

**Task Name:** (El nombre de la tarea), digite en esta celda el nombre de la actividad.

**Task Time in Hours:** (Tiempo de la tarea en horas) en esta celda digite el lapso de tiempo que dure dicha actividad. El separador de decimales necesariamente debe ser el punto (Ejemplo: 16.15) caso contrario el programa arrojará soluciones erróneas.

**Task Isolated (Y/ N):** (Tarea aislada (Yes / No)), en esta celda debe indicar si existe tareas aisladas es decir tareas que no sigan una secuencia determinada.

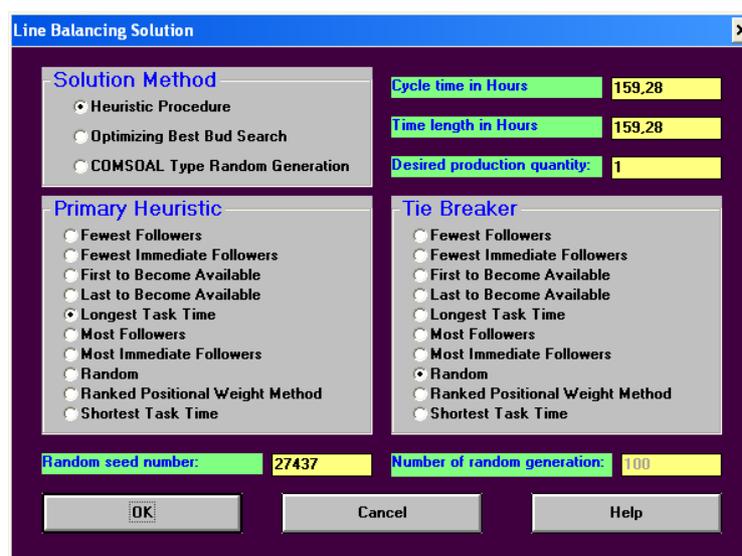
**Immediate Successor (task number separated by , ):** (Sucesor inmediato (número de la tarea separado por coma(,)), cuando de una actividad se origine varias actividades debemos separarlas por comas. Ejemplo (Figura 6.4):



1 : Immediate Successor (task number separated by ,)		2,3,4			
Task Number	Task Name	Task Time in Hours	Task Isolated [Y/N]	Immediate Successor (task number separated by ,)	
1	A	20	No	2,3,4	
2	B	10	No		
3	C	30	No		
4	D	40	No		

**Figura 6.4 (Modelo de ingreso de datos)**

Una vez que termine de digitar todos los datos que el programa necesita para resolver el problema, a continuación para obtener la solución pulsar el botón  **Solve (Resolver)** en donde aparecerá la siguiente ventana (Figura 6.5):



**Figura 6.5 (Solución Línea de Balanceo)**

En la que debemos indicar:

**Cycle time in hours:** Tiempo de ciclo en horas.

**Time length in hours:** Duración de tiempo en horas, es decir el tiempo que se demora en realizar un producto determinado.

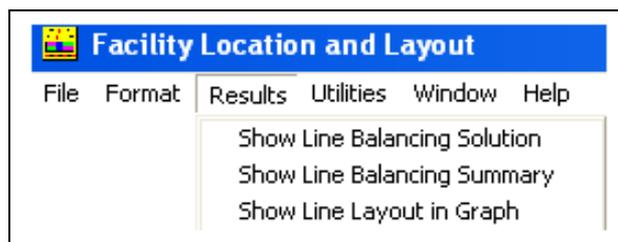
**Desired production quantity:** La cantidad de producción deseada.

En el programa se dispone de tres tipos de soluciones analizando la opción más eficaz para este problema del proyecto es **Heristic Procedure**. Luego pulsar el boton **OK** para obtener la solución, en donde aparecerá la siguiente tabla (Tabla 6.2).

Line Station	Number of Operators	Task Assigned	Task Name	Task Time	Time Unassigned	% Idleness
1	1	124	DT	100	53.28	37.22%
2		1	A	16.15	43.13	27.08%
3		2	B	15.17	27.96	17.55%
4		6	F	19.38	0.58	5.33%
5		33	AG	7.95	0.63	0.40%
6	2	31	AE	13.08	146.20	91.73%
7		10	J	12.80	133.40	93.75%
8		11	K	15.57	117.83	73.86%
9		42	AP	11.30	105.93	68.51%
10		118	DN	11.33	94.60	59.33%
11		36	AJ	9.26	85.34	53.58%
12		18	R	7.80	77.54	48.68%
13		114	DJ	7.30	70.24	44.10%
14		4	D	6.72	63.52	39.88%
15		3	C	6.11	57.41	36.04%
16		8	H	10.17	47.24	29.65%
17		9	I	25.70	21.54	13.52%
18		5	E	6.05	15.49	9.73%
19		7	G	13.81	1.68	1.05%
20		119	DD	1.67	0.01	0.01%
21	3	12	L	20.07	135.21	87.40%
22		13	M	10.56	128.65	80.77%
23		115	DK	3.80	124.75	78.32%
24		20	T	3.63	121.12	76.04%
25		14	N	3.37	117.75	73.93%
26		15	O	18.01	99.74	62.82%
27		23	W	5.63	94.05	59.05%
28		38	AL	2.95	91.10	57.13%
29		91	CM	2.93	88.17	55.36%
30		16	P	2.83	85.34	53.58%
31		17	Q	8.67	76.57	48.14%
32		19	S	7.57	69.10	43.38%
33		30	AF	17.47	62.67	36.56%

**Tabla 6.2 (Datos de Solución del Problema)**

En el mismo que aparece detallado las estaciones que el programa sugiere para este problema propuesto. Además para obtener toda la información de las soluciones del problema debe seguir la siguiente secuencia en la barra de herramientas (Figura 6.6):



**Figura 6.6 (Localización de Resultados)**

En donde:

**Show line Balancing Solution:** indica la solución en una tabla detallada.

**Show line Balancing Summary:** indica un cuadro resumiendo todos los datos de la solución.

**Show line Layout in Graph:** mediante un gráfico indica el número de estaciones y las actividades que conforman cada una de estas estaciones.

Por tratarse de datos confidenciales de la empresa no se puede indicar todos los datos de la solución, lo que se puede indicar es que el programa arrojó la formación de 7 estaciones de trabajo (mediante el anexo Q se indica la formación de estaciones propuesta por el software), a comparación de la formación de estaciones en la empresa se concluye que por motivos de espacio y excesivo acumulamiento de personal en cada estación es necesario tener 10 estaciones para la producción de Bus Tipo.

### **6.3 Conclusiones de la Propuesta**

- A través del balanceo de línea se concluye que se debe fomentar el trabajo en equipo ya que algunos operarios una vez terminado su actividad pueden

ayudar a la finalización de otras actividades previo al inicio de un nuevo ciclo de trabajo.

- Utilizando el software WINQSB 2.0 se obtuvo una solución teórica de siete estaciones pero por motivo de espacio físico al momento de trabajar en el ensamblaje de la carrocería de Bus Tipo se requiere de más estaciones de trabajo para su normal desarrollo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **LIBROS:**

RICHARD CHASE, NICOLAS J. AQUILANO. Administración de la Producción y Operaciones. Octava Edición, 2000.

WILLIAM K. HODSON. Manual del Ingeniero Industrial Tomo I y II. Cuarta Edición, 2002.

NIEBEL, BENJAMÍN, ANDRIS FREIVALDS. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Décima Edición.

HICKS, PHILIP. Ingeniería Industrial y Administración. Segunda edición, 2001.

WASHINGTON MEDINA G. Guía para el Desarrollo de Trabajos de Grado.

## **DIRECCIONES DE INTERNET**

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/introalaih.html>.

<http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml>.

<http://www.uv.mx/iiesca/revista2/ana3.html>.

<http://www.monografias.com/trabajos12/ingdemet/ingdemet.shtml>.

<http://www.fing.ucr.ac.cr/%7Eeiind/definic.html>.

<http://148.202.148.5/cursos/id209/mzaragoza/indunidad1.html>.

<http://www.eumed.net/libros/2006c/216/1a.html>.

# **ANEXOS**

## **ANEXOS:**

### **CONTENIDO:**

- A. Detalle de las Actividades Desarrolladas en las Estaciones de Trabajo.
- B. Determinación de Tiempos de Producción en cada Estación.
- C. Elaboración de un plan de Producción por Estaciones.
- D. Estación 0: Preparación de Materiales.
- E. Estación 1: Apoyos y Pisos.
- F. Estación 2: Laterales y Techo.
- G. Estación 3: Resoldado y Armado Final.
- H. Estación 4: Forrado de Laterales, Faldones y Compuertas.
- I. Estación 5: Frente/Respaldo, Forrado de Techo.
- J. Estación 6: Preparación y Pintura.
- K. Estación 7: Revestimiento Interior Parte 1.
- L. Estación 8: Revestimiento Interior Parte 2.
- M. Estación 9: Acabados, Sistema Eléctrico Parte 1.
- N. Estación 10: Acabados, Sistema Eléctrico Parte 2.
- O. Puertas y Manillas.
- P. Preparación de Partes y Piezas.
- Q. Formación de estaciones propuesta por el software WINQSB 2.0