

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

“Análisis de Capacidad y Mejoramiento del Proceso de
Montaje en una Fábrica de Baterías”

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

Carlos Bolívar Ronquillo Noboa

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2004

DEDICATORIA

A mis padres Nancy y Severo por su apoyo incondicional en mi formación profesional y humana.

A mis hermanos Karina, Nancy y Roberto por su valioso apoyo.

AGRADECIMIENTO

A todos los que
contribuyeron en la
realización de este trabajo.

ABREVIATURAS

CM	Capacidad Máxima
CR	Capacidad Real
USD	Dólar de Estados Unidos
MONP	Estándar de Mano de Obra No Proporcional
MOP	Estándar de Mano de Obra Proporcional
ER	Estándar Real
ET	Estándar Teórico
HPP	Horas de Paro Programadas
HPNP	Horas de Paro No Programadas
HNP	Horas Netas Programadas
Kg.	Kilogramo
Seg.	Segundo

SIMBOLOGIA

○	Operación
⇒	Transporte
□	Inspección
D	Demora
▽	Almacenamiento
°C	Grado Centígrado
%	Porcentaje

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Clara Camino O.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Horacio Villacís M.
VOCAL

Dr. Kléber Barcia V.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Carlos Ronquillo Noboa

RESUMEN

Una batería automotriz, también conocido como acumulador eléctrico, esta formada básicamente por plomo y ácido. La fabricación de una batería automotriz implica diversas etapas o procesos entre las que se puede resumir fundición, empastado, montaje, carga y despacho. Adicionalmente, es necesario mencionar que en el presente existen varios tamaño de baterías automotrices dependiendo de los requerimientos eléctricos de los distintos modelos de automotores.

Desde hace más de treinta años una Fábrica de Baterías, ubicada en el cantón Guayaquil provincia del Guayas, viene fabricando baterías automotrices, con una variedad de alrededor de 50 tipos o modelos. Entre los procesos con que cuenta ésta Fábrica de Baterías, el de Montaje tiene una particularidad que hay que considerar, no sólo porque en él convergen, se juntan o se ensamblan la mayor parte de los componentes que integran una batería, sino también porque es el proceso con mayor cantidad de pasos o tareas manuales que pueden ser sujetos de mejoras metodológicas para lograr un correcto aprovechamiento de sus recursos.

En la actualidad la Fábrica de Baterías busca cubrir un incremento en la demanda de sus baterías. Para ello, ha realizado mejoras en dos de sus

procesos de fabricación conocidos como Fundición y Empastado, logrando un aumento de capacidad en dichos procesos; sin embargo, la siguiente etapa del proceso conocida como Montaje no ha sido considerada aún.

Por lo expuesto surge la siguiente inquietud: ¿está el proceso Montaje en capacidad de suplir el próximo incremento de su demanda, generada por la captación de nuevos clientes, en las condiciones y con el método que dispone?

El presente trabajo busca demostrar la capacidad real del proceso Montaje de una fábrica de baterías, empleando un análisis del método de trabajo, determinando el estándar de producción, calculando y analizando la capacidad del mencionado proceso. Una vez valorada la capacidad real del proceso Montaje se establecerá, si así fuera el caso, las mejoras requeridas, para lograr satisfacer el incremento en su demanda al menor costo posible. Adicionalmente, hay que tener en cuenta que por el propósito de la presente investigación y considerando que todos los tipos de baterías siguen los mismos procesos, el análisis del proceso se realizará con la batería de mayor demanda, ya que es un buen parámetro de referencia para evaluar su capacidad.

Al finalizar esta investigación, la Fábrica de Baterías podrá conocer cual es la capacidad real de su proceso Montaje y cuales son las mejoras requeridas para cubrir el actual incremento de su demanda

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS.....	III
SIMBOLOGÍA.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
CAPITULO 1	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Importancia de la Tesis.....	1
1.2 Objetivos Generales y Específicos.....	2
1.3 Metodología utilizada para el desarrollo de la Tesis.....	3
1.4 Estructura de la Tesis.....	5
CAPITULO 2	
2. SITUACIÓN ACTUAL.....	7
2.1 Antecedentes de la Fábrica de baterías.....	7
2.2 Descripción del Proceso Productivo en la fabricación de baterías.....	9

2.3	Incidencia del proceso Montaje en la fabricación de baterías.....	17
2.4	Recursos del proceso Montaje.....	18



CIB-ESPOL

CAPITULO 3

3.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL PROCESO MONTAJE.....	22
3.1	Con Demanda Actual.....	22
3.1.1	Determinación de la Demanda Actual.....	22
3.1.2	Análisis del Método Actual del Proceso Montaje.....	27
3.1.3	Determinación de Estándares de Producción.....	38
3.1.4	Cálculo de Capacidad.....	43
3.1.5	Análisis de Capacidad con los recursos actuales.....	46
3.2	Con Demanda Proyectada.....	48
3.2.1	Determinación de la Demanda Proyectada.....	48
3.2.2	Análisis de Capacidad con los recursos actuales.....	56

CAPITULO 4

4.	PROPUESTAS DE MEJORAS PARA EL PROCESO MONTAJE.....	59
4.1	Requerimientos Metodológicos de las propuestas de mejoras para el Proceso Montaje.....	60
4.2	Requerimientos Técnicos de las propuestas de mejoras para el Proceso Montaje.....	82

CAPITULO 5

5. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORAS PARA EL PROCESO MONTAJE..... 85

5.1 Evaluación de las propuestas de mejoras para el Proceso Montaje..... 86

5.2 Selección de la propuesta de mejoras para el Proceso Montaje..... 100

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 106

6.1 Conclusiones..... 106

6.2 Recomendaciones..... 110

APÉNDICE

BIBLIOGRAFÍA



ABREVIATURAS

CM	Capacidad Máxima
CR	Capacidad Real
USD	Dólar de Estados Unidos
MONP	Estándar de Mano de Obra No Proporcional
MOP	Estándar de Mano de Obra Proporcional
ER	Estándar Real
ET	Estándar Teórico
HPP	Horas de Paro Programadas
HPNP	Horas de Paro No Programadas
HNP	Horas Netas Programadas
Kg.	Kilogramo
Seg.	Segundo

SIMBOLOGIA

○	Operación
⇨	Transporte
□	Inspección
D	Demora
▽	Almacenamiento
°C	Grado Centígrado
%	Porcentaje

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Diagrama de flujo de la Metodología de la Tesis.....	4
Figura 2.1 Diagrama del proceso productivo de baterías.....	10
Figura 2.2 Esquema de línea de Montaje.....	22
Figura 3.1 Mercado de baterías en Ecuador de acuerdo a procedencia.....	25
Figura 3.2 Captación del mercado de las baterías de la Empresa.....	26
Figura 3.3 Demanda histórica de baterías vs. mercado de baterías.....	27
Figura 3.4 Diagrama de Flujo de Proceso – Sobres.....	31
Figura 3.5 Diagrama de Flujo de Proceso – Línea No. 1.....	32
Figura 3.6 Diagrama de Flujo de Proceso – Línea No. 2.....	33
Figura 3.7 Diagrama de Flujo de Proceso – Línea No. 2 (manual).....	34
Figura 3.8 Cuellos de botellas en las líneas.....	37
Figura 4.1 Mejora en las máquinas de sobres.....	69
Figura 4.2 Diagrama de Flujo mejorado – Sobres.....	70
Figura 4.3 Diagrama de Flujo mejorado – Línea No. 1.....	73
Figura 4.4 Diagrama de Flujo mejorado – Línea No. 2.....	76
Figura 4.5 Diagrama de Flujo mejorado – Línea No. 2 (manual).....	77
.....	

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 3.1	Mercado de baterías.....	24
Tabla 3.2	Estándares de producción.....	42
Tabla 3.3	Capacidad máxima por línea.....	44
Tabla 3.4	Capacidad real por línea.....	45
Tabla 3.5	Tasa de utilización de la capacidad.....	47
Tabla 3.6	Cálculos mínimo cuadrado.....	51
Tabla 3.7	Demanda de baterías mensual proyectada.....	53
Tabla 3.8	Detalle de la demanda proyectada.....	56
Tabla 3.9	Tasa de utilización para demanda proyectada.....	57
Tabla 4.1	Factor de Relación-Líneas.....	61
Tabla 4.2	Horas máquinas requeridas.....	63
Tabla 4.3	Factor de Relación máquinas de sobres.....	65
Tabla 4.4	Horas máquinas requeridas en Sobres.....	66
Tabla 4.5	Tiempo ahorrado con las mejoras.....	78
Tabla 4.6	Aumento de producción por reducción de tiempos.....	78
Tabla 4.7	Factor de relación con líneas mejoradas.....	79
Tabla 4.8	Horas requeridas para cubrir demanda.....	80
Tabla 4.9	Capacidad real por línea.....	81
Tabla 5.1	Horas Adicionales requeridas semanales.....	90
Tabla 5.2	Horas extras requeridas.....	90
Tabla 5.3	Costo de las horas extras requeridas.....	91
Tabla 5.4	Costo de personas adicionales requeridas.....	92
Tabla 5.5	Resumen de costo de mano de obra.....	94
Tabla 5.6	Costo de maquinaria.....	95
Tabla 5.7	Costo de instalación de máquinas.....	96
Tabla 5.8	Costos por beneficios adicionales a trabajadores.....	98
Tabla 5.9	Resumen de costos de beneficios adicionales a trabajadores.....	99
Tabla 5.10	Resumen de Costo por Alternativa.....	99
Tabla 5.11	Ponderación de criterios.....	102
Tabla 5.12	Calificación de satisfacción.....	104
Tabla 5.13	Cálculo del score.....	104
.....		

APÉNDICE

BIBLIOGRAFÍA

1. CHASE AQUILANO JACOBS, Administración de Producción y Operaciones, Mc Graw Hill, Colombia 2003, Octava Edición.
2. HODSON WILLIAM K., Maynard Manual del Ingeniero Industrial, Mc Graw Hill, México 2001, Cuarta Edición, Tomo I.
3. SAPAG CHAIN NASSIR, Preparación y Evaluación de Proyectos, Mc Graw Hill, Colombia 1998, Tercera Edición.
4. Código de Trabajo, Corporación de Estudios y Publicaciones, Quito-Ecuador 2003, Capítulo V, Artículos 47 y 55.
5. ANDERSON, SWEENEY Y WILLIAMS, Métodos Cuantitativos para los Negocios, Internacional Thomson Editores 1999, Séptima Edición.
6. Hehner Nels E., Manual de Fabricación de Acumuladores, México 1986, Tercera Edición.

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El mejoramiento continuo de los procesos y la adaptación a los cambios presentados en el tiempo diferencian a las empresas competitivas del resto. Así, encontramos a una Empresa que fabrica baterías automotrices con la necesidad de adaptarse a nuevos requerimientos del mercado.

1.1. Importancia de la Tesis

El presente estudio busca resolver la situación en una empresa que fabrica baterías automotrices, ya que en los últimos meses ha venido observando que el proceso montaje está en apuros para cubrir la demanda. Si a esta situación le agregamos el hecho de que busca incursionar en nuevos mercados en Colombia y Venezuela en el 2005, hay que considerar entonces el posible

incremento en la demanda de baterías. Por esto se hace necesario evaluar la capacidad actual y determinar de ser necesarios sus requerimientos futuros para adaptarse a esos cambios.

Por lo tanto, éste estudio permitirá cuantificar la capacidad del proceso montaje y con el análisis que se realice del mismo se podrá decidir de manera metodológica que acciones son convenientes tomar para garantizar suficiente capacidad en dicho proceso ante el incremento en la demanda de baterías.

1.2. Objetivos Generales y Específicos

El presente estudio tiene como objetivos generales los que se detallan a continuación:

- Analizar la capacidad del proceso montaje de una fábrica de baterías automotrices.
- Determinar las mejores acciones que garanticen cubrir el incremento de demanda por la captación de nuevos clientes.

A su vez se buscará alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la capacidad actual del proceso montaje.
- Determinar los estándares de producción del proceso montaje.

- Determinar mejoras necesarias al proceso montaje.
- Determinar los costos de las mejoras o cambios necesarios.
- Seleccionar y proponer la implementación de la mejora más económica posible que garantice cubrir la demanda.

1.3. Metodología utilizada para el desarrollo de la Tesis

El desarrollo de ésta tesis será realizado en tres etapas, la inicial de recolección de datos en la fábrica de elaboración de baterías, la segunda que corresponde al análisis de la capacidad y los estándares de producción del proceso estudiado y la etapa final corresponde al mejoramiento del proceso mediante una propuesta.

Para la recolección de datos en la fábrica, el autor empleará la observación directa del proceso, la recopilación de los datos proporcionados desde los sistemas computacionales con que dispone la fábrica y las entrevistas a los involucrados en dicho proceso.

Con los datos recopilados se realiza proyecciones de demanda empleando técnicas estadísticas como la progresión lineal y los ajustes matemáticos de acuerdo a sus características, se analizará la capacidad del proceso y se determinará los estándares

productivos del mismo. Adicionalmente se analizará mediante un diagrama de proceso los tiempos utilizados en las distintas partes del mismo para observar posibles puntos a mejorar.

Finalmente se propondrá por lo menos tres alternativas posibles que puedan satisfacer el incremento de demanda que está preocupando a la fábrica de baterías. Luego se hará un análisis económico determinando los costos incurridos en la implementación de dichas alternativas, seleccionando la alternativa más económica. En la figura 1.1 se detalla la metodología utilizada.

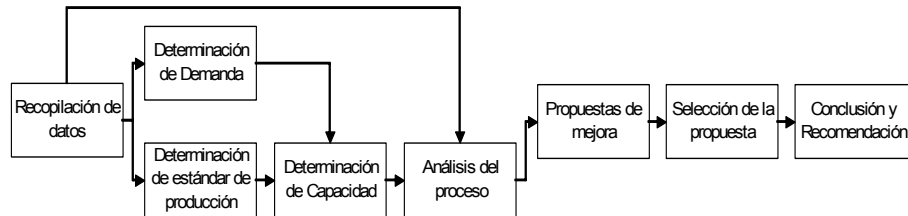


Figura 1.1. Diagrama de flujo de la Metodología de la Tesis

Adicionalmente, en esta Tesis donde se presenten fórmulas o técnicas a utilizarse serán debidamente justificadas con un sustento teórico resumido para respaldar la legitimidad de dichas herramientas.

1.4. Estructura de la Tesis

La presente Tesis estará conformada por seis capítulos. Para entender la necesidad de realizar este trabajo, los objetivos que pretendemos alcanzar con el mismo y la forma como los realizamos, en el capítulo 1 se detallarán los objetivos, metodología y estructura de la Tesis.

Antes de analizar el proceso montaje es necesario conocer el entorno del mismo, y conocer de manera general como es la empresa de baterías estudiada, entender su proceso productivo, y que papel desempeña el proceso montaje dentro del mismo, lo que detallamos en el capítulo 2.

Conocido esto empezaremos con el análisis de la capacidad del proceso, en el capítulo 3. Necesitamos conocer cual es el nivel e demanda que la fábrica debe satisfacer lo que desarrollamos mediante una proyección de datos históricos de demanda, calculamos los estándares productivos y hacemos un análisis de capacidad tal y como es en la actualidad el proceso montaje contrastándolos con los nuevos requerimientos de demanda, lo cual permitirá determinar que tan lejos o cerca estamos en satisfacer dichos niveles.

Cuando ya sabemos que niveles productivos debemos alcanzar, en el capítulo 4 se propondrá las mejoras metodológicas y/o técnicas requeridas en el proceso.

Con el fin de determinar cual de las propuestas conviene más a la fábrica implementar en el capítulo 5 se describe la evaluación y el criterio de selección de la propuesta.

Finalmente, en el capítulo 6 se presentará de manera resumida las conclusiones de la presente Tesis y las recomendaciones que el autor considere pertinentes realizar.

CAPITULO 2

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Antecedentes de la Fábrica de baterías

Desde hace 30 años en la Zona Industrial Pascuales del cantón Guayaquil provincia del Guayas se encuentra laborando la Empresa de baterías. Esta Empresa se dedica a la fabricación de baterías automotrices de plomo y ácido, también conocidas como acumuladores eléctricos. Está integrada por 110 empleados de los cuales 90 son Operarios y 20 Administrativos.

El propósito de una batería automotriz es suplir los requerimientos eléctricos principalmente de arranque de un automotor. Al suplir

esta demanda de corriente la batería da carga pero luego cuando el un ciclo frecuente de carga y descarga. Por lo tanto, una batería automotriz debe estar diseñada de acuerdo a los requerimientos específicos del automotor. Esta especificación se la conoce como capacidad (amperios) de la batería. Así, la Empresa fabrica alrededor de 50 tipos, que van desde una de 44 amperios hasta una de 195 amperios.

Por otro lado es importante destacar que la Fábrica de Baterías no realiza la comercialización o venta directa de sus productos a los consumidores, esta actividad es realizada por una empresa Comercializadora, perteneciente al mismo grupo empresarial, la cual tiene sus instalaciones tanto en Guayaquil como Quito. La Fábrica luego de terminar su producto, únicamente lo vende y despacha a las bodegas de la Comercializadora tanto de Guayaquil como Quito. Los consumidores o clientes de la Empresa se encuentran a lo largo de todo el país pero en mayor parte centralizados en Guayaquil y Quito.

Entre los principales clientes se encuentran las Ensambladoras de Automotores que se encuentran en Quito y los distribuidores de

repuestos automotores a nivel nacional. La industria Automotriz en Ecuador la forman cuatro ensambladoras: Aymesa, Maresa, Omnibus BB, Neothomas. Esta industria promueve al desarrollo de otras industrias, alrededor de 180 proveedores de materiales y componentes entre los que destacan, en el área de neumáticos, asientos, tubos de escape, vidrios, pisos y baldes de camionetas, alfombras, techos, paneles laterales radios y a los proveedores de baterías. La Fábrica abastece a dos de estas ensambladoras.

Estos grupos de clientes hacen que la demanda tenga un componente dependiente y otro independiente. La parte dependiente es originada por la programación de la fabricación de automotores y la independiente se origina por la necesidad de los usuarios de automotores. Adicionalmente hay demanda en el país vecino Colombia.

2.2. Descripción del Proceso Productivo en la fabricación de baterías

El proceso productivo de la fábrica de baterías es semiautomático, con una distribución por procesos, es decir, que las máquinas y funciones similares están agrupadas por etapas o procesos. La Fábrica dispone de 8 procesos que son Materia Prima, Cajas,

Fundición, Óxido de plomo, Empastado, Montaje, Carga y Despacho tal como lo detalla la figura 2.1.

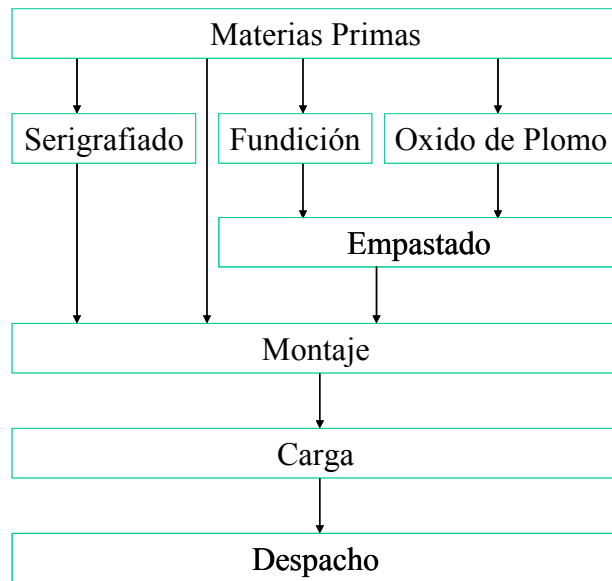


Figura 2.1. Diagrama del proceso productivo de baterías

a) **Materias primas.** La producción empieza con la recepción de materias primas. Una vez que se reciben las materias primas estas son inspeccionadas, ubicadas en los sitios destinados y preparadas para el abastecimiento de los distintos procesos productivo. La fabricación de baterías requiere la utilización principalmente de las siguientes materias primas:

- Plomo
- Ácido Sulfúrico

- Sobres de polietileno
- Cajas y tapas de polipropileno

- **Plomo:** El plomo es un metal gris, ligeramente azulado con brillo metálico, su presentación es en lingotes de 40 Kg. Se utiliza tanto plomo puro como en aleación con el antimonio (el cual mejora las características de rigidez y disminuye la temperatura de fusión). Es utilizado para hacer rejillas y para la elaboración del óxido de plomo.

- **Ácido sulfúrico:** Líquido aceitoso de color claro muy corrosivo, se lo adquiere al granel. Es utilizado para formar el electrolito (mezcla de ácido sulfúrico + agua desmineralizada). El electrolito es el conductor de la corriente eléctrica entre las placas positivas y negativas dentro de la batería y reacciona químicamente con los materiales activos de las placas para producir corriente eléctrica.

- **Sobres de polietileno:** Es un aislante eléctrico de color gris que es utilizado para separar las placas negativas de las positivas. Se lo adquiere en rollos.
- **Cajas y Tapas de polipropileno:** La caja es el recipiente que contiene tanto al electrolito como a las placas de plomo. En su interior tiene divisiones conocidas como celdas. La tapa permite cerrar la caja. La tapa contiene tanto agujeros para tapones como celdas tiene la caja.

b) Serigrafiado. Las cajas que se reciben son estampadas mediante serigrafía en donde se coloca la marca de la batería. La caja viene con 6 divisiones o compartimentos internos dentro del cual se generan 2,1 voltios. La comunicación entre estos compartimentos es realizado por una perforación de 1cm de diámetro realizada por una perforadora neumática. La caja es apilada y despachada al proceso Montaje.

c) Fundición. Este es el primer proceso en donde se comienza a transformar la materia prima plomo antimonial. Aquí se funde los lingotes de plomo a unos 400°C, en los crisoles a diesel. El

plomo fundido mediante succión es transportado por tuberías hasta la máquina conocida como Rejilladora en donde es depositado en un molde para hacer rejillas. Aquí el plomo se enfría y endurece, luego la máquina corta rebabas y quedan formadas las rejillas. Cabe anotar que cada molde fabrica 1 par de rejilla a la vez (lo llamaremos paneles dobles). Una rejilla es la malla que da firmeza a la placa. Las rejillas fabricadas son apiladas en palet y pasan al proceso de empastado.

d) Oxido de Plomo. El otro proceso que transforma la materia prima plomo es la Planta de óxido. El plomo puro es fundido en un crisol a unos 400°C. En un molde rotativo se fabrican pequeños cilindros de plomo conocidos como balas, los cuales luego son introducidos automáticamente en un molino rotativo y mediante fricción van desgastándose hasta hacerse polvo. Finalmente son almacenados en Silos hasta que se lo requiera para formar la pasta en empastado.

e) Empastado. El proceso de empastado consiste en rellenar los vacíos de las rejillas con la pasta semisólida (mezcla de electrolito + oxido de plomo + aditivos). Esto es realizado por la

máquina conocida como empastadora. Se colocan las rejillas en la bandeja de la empastadora y luego automáticamente va empastando cada rejilla. Una vez las rejillas empastadas pasan a una horno en donde reciben el primer secado (tratamiento vital para la correcta formación de la placa). Dependiendo de los componentes y sus proporciones se puede fabricar placas positivas o placas negativas. Las placas positivas son las que reaccionan químicamente con el ácido en la batería. Terminadas las placas reciben un tratamiento de curado en las placas reciben un tratamiento adicional de secado por aproximadamente 40 horas en una cámara con temperatura y tiempo controlados. Una vez las placas curadas son almacenadas como producto en proceso o transportadas al siguiente proceso montaje.

- f) **Montaje.** El proceso de montaje o armado de baterías empieza con la separación de las placas de cada panel doble, esto es un proceso manual. Luego que las placas son separadas, se apilan intercalando una placa positiva y una negativa. Las placas negativas son aisladas mediante sobres de polietileno. Las placas apiladas toman el nombre de grupos, se los coloca en palets y son transportados hasta la máquina

de armado de grupos. Los grupos son colocados en ésta máquina (6 por operación) y automáticamente la máquina los alinea y suelda con plomo agregándole los bornes centrales y terminales.

Luego, los grupos armados son colocados en cada celda de la caja y se realiza una verificación de continuidad. Se procede con la unión de los grupos con soldadura eléctrica de punto a través de las perforaciones en la caja previamente realizadas. Al concluir esta operación la batería es sometida a dos pruebas una de resistencia y otra de continuidad.

A continuación la tapa es pegada con la caja mediante un pegado térmico, utilizando moldes con resistencias. El siguiente paso es utilizando una soldadura autógena manual se vierte plomo sobre un pequeño molde colocado en los bornes para realizar el acabado del mismo. Una vez hecho esto se realiza una prueba de fuga con aire a presión para comprobar calidad del sello. Al finalizar el proceso de montaje la batería es codificada. Hasta este momento la batería no tiene carga o corriente, aquí se la conoce como batería seca.

g) Carga. En esta etapa se realiza una reacción electro-química y a partir de este momento la batería acumula corriente.

El proceso Carga empieza cuando baterías secas son codificadas y llenadas con electrolito inicial y pasan al cuarto de carga en donde son colocadas en los bancos y mediante conectores reciben un voltaje constante de 14.4 voltios por periodos que van desde las 30 horas hasta las 40 horas dependiendo de la capacidad de la batería. Luego que recibieron la carga las baterías son vaciadas y se las llena y nivela automáticamente con el nuevo electrolito para garantizar la calidad del mismo. Se les coloca los tapones manualmente y pasan al proceso de lavado y secado externo de la caja.

h) Despacho. Finalmente las baterías son etiquetadas con adhesivos que describen sus características de capacidad y con las advertencias de los riesgos de su manipuleo. Cada batería es inspeccionada al 100% con un comprobador de voltaje y de capacidad luego de esto se le coloca los protectores de los bornes terminales.

Las baterías terminadas son nuevamente codificadas y almacenadas en las bodegas transitorias de producto terminado en espera del embarque para los realizar el despacho.

2.3. Incidencia del proceso Montaje en la fabricación de baterías

Como se detalló en la sección anterior cada proceso realiza tareas específicas en la elaboración de los componentes de una batería, en donde la culminación de un componente es indispensable para el inicio del siguiente proceso. Sin embargo, hay que notar que la mayor parte de estos procesos de una u otra manera abastecen a Montaje, ya que en este último se juntan o se ensamblan alrededor del 95% de los componentes que integran una batería. De igual manera, es el proceso cuyo desenvolvimiento requiere la mayor cantidad de tareas manuales (éste proceso ocupa el 30% de la mano de obra directa con que dispone la fábrica de baterías) las cuales demandan un acertado método de trabajo para lograr el mejor aprovechamiento de sus recursos.

2.4. Recursos del proceso Montaje

Este proceso cuenta con una distribución por producto en el cual las máquinas y las tareas se encuentran arreglados de acuerdo a la secuencia de pasos o tareas.

Esta conformado por dos líneas de producción, cada línea consta de máquinas y tareas que se detallan en la figura 2.2.

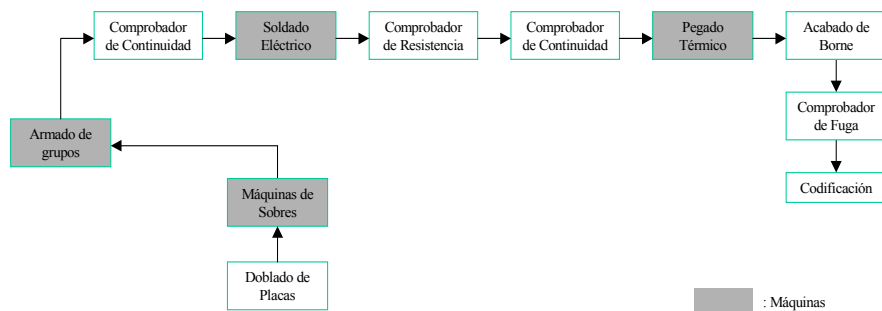


Figura 2.2. Esquema de línea de Montaje

a) Recursos Materiales

- **Máquinas de Sobres:** Cada máquina de sobres es semiautomática, en la que un operador va colocando una a una las placas a ser aislada mediante el sobre separador de polietileno. Adicionalmente dos operadores auxiliares ayudan a abastecer y agrupar las placas. Se dispone de tres máquinas.

- **Línea Uno**
 - **Máquina de Armado de grupos 1:** Trabaja en forma giratoria armando los grupos, dispone de un crisol para fundir plomo. Dependiendo del tipo de batería que se vaya a fabricar necesita cambios de molde.
 - **Soldadora Eléctrica:** Cuenta con dos electrodos que descienden y mediante un movimiento de mordaza realizan la soldadura de los bornes centrales.
 - **Máquina de Pegado Térmico:** Dispone de un molde calentado por resistencias eléctricas. Este molde calienta primeramente tanto el borde de la tapa como el de la caja, luego inmediatamente une la caja con la tapa produciéndose el sello térmico.
 - **Comprobadores de Continuidad:** Utilizado para ver si hay contacto entre placas positivas y negativas. Se dispone de dos comprobadores.
 - **Comprobador de Fuga:** Dispositivo que inyecta aire en cada celda de la batería y mediante un manómetro

detecta la caída de presión cuando el sello térmico no ha sido efectivo.

- **Comprobador de Resistencia:** Tenaza neumática que aplica una fuerza tangencial al soldado eléctrico para comprobar sus resistencia.

- **Línea Dos y Manual**
 - **Máquina de Armado de grupos 2:** Procesa de manera lineal (adelante-atrás) el armado de grupos. Dependiendo del tipo de batería que se vaya a fabricar necesita cambios de molde.

 - **Máquina Armado de grupos manuales:** Con este dispositivo se realiza la soldadura con plomo de los grupos colocándole al mismo tiempo los bornes centrales y terminales. En esta máquina se realiza la misma actividad de la máquina anterior sólo con la diferencia de la fundición de plomo se lo realiza con calor mediante sopletes de combustión autógenas, es decir, de manera manual.

- Soldadora Eléctrica.
- Máquina de Pegado Térmico.
- Comprobadores de Continuidad: Se dispone de 2 comprobadores.
- Comprobador de Fuga.
- Comprobador de Resistencia.

b) Recursos Humanos

En este proceso trabajan un total de 29 personas incluidas el supervisor del Área, según como se detalla a continuación:

- 1 Supervisor de Producción.
- 9 Operarios en Máquinas de Sobres (3 tres por cada máquina).
- 17 Operarios en las Líneas de Ensamble, distribuidos de la siguiente manera 8 en Línea Uno y 11 en Línea Dos y Manual.

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DEL PROCESO MONTAJE

3.1. Con Demanda Actual

3.1.1. Determinación de la Demanda Actual

La demanda de baterías en la Empresa se encuentra determinada por dos fuentes que son:

Demanda de baterías para vehículos nuevos.

Determinada por los programas de producción de las Ensambladoras Automotrices del País. En este caso la demanda es dependiente porque depende directamente de la cantidad de autos que se vendan o planifiquen vender.

Demanda de baterías para vehículos en uso.

Determinada por la necesidad de los usuarios de vehículos de cambiar o reponer una batería generalmente gastada. En el parque automotor del país existen varias marcas de baterías, el hecho de que un usuario de vehículo escoja una determinada marca de entre las diversas que existen en el mercado hace que la demanda también tenga características de independiente.

Por lo descrito, la demanda de baterías tiene características tanto independientes como dependientes.

La demanda dependiente se la define como aquella causada por la demanda de otros productos, en este caso de vehículos, mientras que la demanda independiente se la define como aquella que no puede originarse directamente de la de otros productos y es en cierta medida algo incierta porque no se tiene la seguridad de la cantidad de baterías exactas que se requerirán. No es mucho lo que la organización puede hacer respecto de la demanda dependiente ya que se tendrá que satisfacer dependiendo de cómo se desarrolle la fabricación y

ensamblado de vehículos. Para el caso de la demanda independiente es donde la empresa puede actuar de una manera activa mediante sus esfuerzos en marketing o de una manera pasiva simplemente para responder a la demanda generada.

Para un correcto análisis es importante ver como se comporta el mercado de baterías en el Ecuador, el mismo que está integrado por varias marcas tanto de procedencia nacional como extranjera. En la tabla 3.1 se muestra como se encuentra distribuido las cantidades de las baterías importadas versus las nacionales y el porcentaje del mercado que abarca la empresa.

Tabla 3.1. Mercado de baterías

Año	(1) Total baterías nacional	(2) Total baterías importada	(3)=(1)+(2) Mercado de baterías	(4) Demanda baterías de la Empresa	(5)=(4)/(3)x100 % del mercado que abarca la Empresa
2001	31.922	7.191	39.274	18.957	48%
2002	32.788	7.048	39.996	18.814	47%
2003	32.906	7.163	40.229	19.574	49%
Promedio	32.539	7.134	39.833	19.115	48%

A nivel nacional se genera una demanda promedio de alrededor 39.800 unidades mensuales de las cuales el

82% se encuentra cubierto por marcas nacionales y el 18% por marcas extranjeras. Esta distribución se encuentra representada en la figura 3.1.

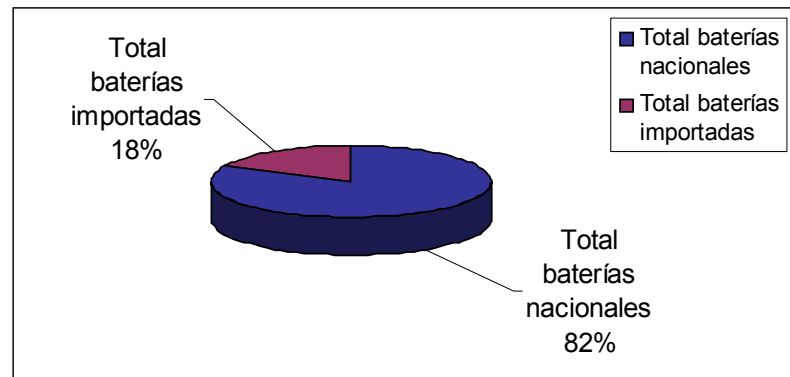


Figura 3.1. Mercado de baterías en Ecuador de acuerdo a procedencia

Adicionalmente, del total de baterías demandadas en el mercado ecuatoriano, el 48% es cubierto por las baterías que fabrica la Empresa. Esta proporción se encuentra representada en la figura 3.2.

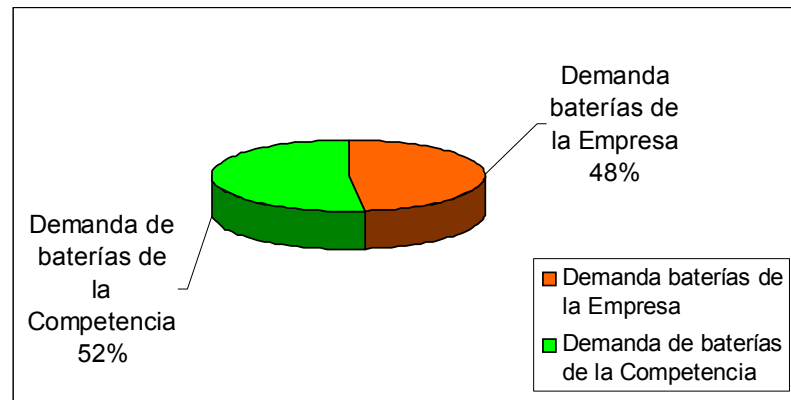
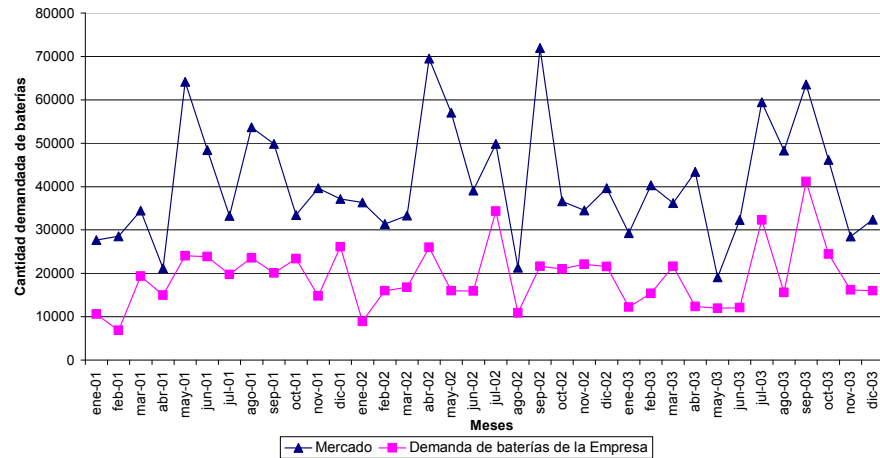


Figura 3.2. Captación del mercado de las baterías de la Empresa

Los datos históricos (en el periodo comprendido desde enero del 2001 a diciembre del 2003) de la demanda mensual de baterías, proporcionados por la Empresa se muestran en la figura 3.3. Si observamos el gráfico con detalle podemos observar que existen fluctuaciones de la demanda con picos a mitad del año y valles a inicios y finales del año. Los datos graficados se encuentran detallados en el apéndice A.

Figura 3.3. Demanda histórica de baterías vs. mercado de baterías



3.1.2. Análisis del Método Actual del Proceso Montaje

El estudio de un proceso tiene como objetivos identificar retrasos, distancias de transporte, procesos y requerimientos de tiempos de procesamiento, con el fin de simplificar toda la operación.

Para realizar un análisis del proceso de producción se empleará la metodología de diagrama de flujo y diagrama de flujo de proceso.

El diagrama de flujo es un esquema de la secuencia o recorrido que siguen los materiales. El diagrama de flujo

de procesos de los materiales sigue los pasos realizados en un componente o material durante todo el proceso o procedimiento. Este método es útil para echar un vistazo general de las operaciones de producción, los datos se reúnen siguiendo, de hecho, al objeto que se desea graficar. En este diagrama se anotan el tiempo y las distancias para las actividades principales y se pueden omitir para las secundarias. El propósito de esta metodología es eliminar cualquier paso en el proceso que no agregue valor al producto. Su análisis consiste en formularse las siguientes preguntas:

¿Qué se hace? ¿Debe hacerse? ¿Qué sucedería si no se hiciera?.

¿En dónde se realiza la tarea? ¿Tiene que hacerse en ese lugar, o se podría realizar en otra parte?.

¿Cuándo se realiza la tarea? ¿Es crucial que se haga en este momento, o existe flexibilidad en tiempo y secuencia?

¿Podría hacerse en combinación con algún otro paso del proceso?.

¿Cómo se efectúa la tarea? ¿Por qué se realiza de esta manera? ¿Existe otra manera de hacerla?.

¿Quién realiza la tarea? ¿Puede hacerla otra persona?
¿Debe tener el trabajador un mayor o un menor nivel de
entrenamiento?.

El proceso montaje de la fábrica de baterías comienza con la orden de producción emitida por el supervisor luego de lo cual se traslada las placas dobles, que se requieran cortar. Este proceso cuenta dos líneas de producción, entendiéndose por línea de producción al conjunto de pasos, máquinas o estaciones por los cuales debe pasar un producto de acuerdo a una secuencia requerida para fabricarlos. Ambas líneas se inician con las máquinas de armado de grupos, adicionalmente la línea No. 2 dispone de una máquina manual. Los grupos son preparados en una etapa previa a las líneas, pero dentro del proceso Montaje, conocido como sobres. En esta etapa se doblan las placas manualmente (de los paneles dobles) hasta separarlas, una vez separadas se separan las placas positivas de las negativas mediante sobres separadores. Luego se apilan un determinado número de placas dependiendo del tipo de baterías, a este agrupamiento de placas se lo conoce como grupos. Luego en las líneas se

termina de unir con plomo fundido las placas de cada grupo, así los grupos se colocan en las cajas, después se unen mediante soldadura de punto eléctrico, se pega térmicamente la caja y la tapa y se da el acabado final a los bornes de conexión.

Como se mencionó, para el análisis de este proceso se realizaron diagramas de flujo de proceso (ver los diagramas que se muestran a continuación) describiéndose en ellos las actividades relevantes, sus tiempos en segundos y principales distancias en metros.

Tarea: <u>Corte de Placas y sobres de baterías</u>										Fecha: <u>22-mar-04</u>										
Empieza en: <u>Traslado de placas de percha</u>										Diagrama No. <u>001</u>										
Termina en: <u>Traslado de grupos a percha/lineas</u>										Diagrama por: <u>Materiales</u>										
Area: <u>Montaje - Producción (Sobres)</u>										Realizado por: <u>C.Ronquillo</u>										
										Hoja: <u>1 de 1</u>										
#	Detalles del método (actual)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Distancia	Tiempo mínimo	Por que?			Notas	Acción							
									¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?		¿Quién?	¿Cómo?	Eliminar	Combinar	Sección	Lugar	Persona	Mejorar
1	Traslado de placas de percha	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	4.7												
2	Doblada de placas	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10.5				X	Corte con máquina		X					
3	Eliminada de rebabas	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4.4				X			X					
4	Almacenada en burro	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		7.1												
5	Espera de traslado	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		15.0												
6	Puesta de rollo para sobre en la máquina	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	7.5					Un rollo es cambiado cada 40 baterías							
7	Traslado y apilamiento de placas en sobres	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	5.3	X											X
8	Puesta de sobre y placa positiva	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		39.0				X	Automatizar							X
9	Apilamiento de grupos	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		4.4												
10	Traslado de grupos a percha/lineas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17	2.4												
Total			3	3	0	1	2	93	100.2											

Figura 3.4. Diagrama de Flujo de Proceso – Sobres

Tarea: <u>Ensamblado de baterías</u>										Fecha: <u>22-mar-04</u>										
Empieza en: <u>Traslado de grupos</u>										Diagrama No. <u>002</u>										
Termina en: <u>Almacenamiento en percha</u>										Diagrama por: <u>Materiales</u>										
Area: <u>Montaje - Producción (Línea 1)</u>										Realizado por: <u>C.Ronquillo</u>										
										Hoja: <u>1 de 1</u>										
#	Detalles del método (actual)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Distancia	Tiempo mínimo	Por que?				Notas	Acción						
									¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?		¿Cómo?	Eliminar	Combinar	Sección	Lugar	Persona	Mejorar
1	Traslado de grupos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17	2,9												
2	Puesta de grupos en máquina soldadora	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		17,5		<input checked="" type="checkbox"/>										<input checked="" type="checkbox"/>
3	Alineado de grupos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		6,4												
4	Cepillado de grupos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2,9												
5	Soldado de grupos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		16,0						Fijo (capacidad de máquina)						
6	Verificación de existencia de rebabas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3,2												
7	Corte de rebabas de grupos y puesta en caja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		14,3												
8	Inspección de no continuidad	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2,2												
9	Soldado eléctrico de grupos	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12	12,4												
10	Comprobado de soldado	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4,2												
11	Insepección de no continuidad	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2,2	<input checked="" type="checkbox"/>											<input checked="" type="checkbox"/>
12	Colocación de tapa en caja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		7,5												
13	Pegado térmico de caja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9	19,0												
14	Hechura de bornes	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		21,3						Automatizar						
15	Prueba de fugas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		17,9												<input checked="" type="checkbox"/>
16	Marcado de caja con código de producción	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3,0												
17	Puesta de tapones	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10,2												
18	Espera a traslado	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		18,8												
19	Traslado a percha	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	5,6												
20	Almacenaje en percha	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1,9												
Total		11	2	5	1	1	88	189,4												

Figura 3.5. Diagrama de Flujo de Proceso – Línea No.1

Tarea: <u>Ensamblado de baterías</u>											Fecha: <u>22-mar-04</u>										
Empieza en: <u>Traslado de grupos</u>											Diagrama No. <u>003</u>										
Termina en: <u>Almacenaje en percha</u>											Diagrama por: <u>Materiales</u>										
Area: <u>Montaje - Producción (Línea 2, ver anexo manual)</u>											Realizado por: <u>C.Ronquillo</u>										
											Hoja: <u>1 de 1</u>										
#	Detalles del método (actual)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Distancia	Tiempo mínimo	Por que?				Notas	Acción							
									¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?		¿Cómo?	Eliminar	Combinar	Sección	Lugar	Persona	Mejorar	
1	Traslado de grupos	○	→	□	□	▽	25	2.8													
2	Puesta de grupos en máquina soldadora	●	→	□	□	▽		14													
3	Inspección de grupos	○	→	■	□	▽		4.2													
4	Alineado de grupos en máquina	●	→	□	□	▽		15.5													
5	Cepillado de grupos en máquina	●	→	□	□	▽		4.5													
6	Soldado de grupos en máquina	●	→	□	□	▽		41.3				X									X
7	Retiro de grupos soldados	●	→	□	□	▽		12.4				X									
8	Preparación de caja	○	→	□	■	▽		4.6				X									X
9	Espera de puesta de grupos en caja	○	→	□	■	▽		9.0													
10	Puesta de grupos en caja	●	→	□	□	▽		12.8													
11	Apilamiento de baterías	○	→	□	□	▽		14.4													
12	Espera traslado	○	→	□	■	▽		60													
13	Traslado a percha	○	→	□	□	▽	38	4.7													
14	Almacenaje en percha	○	→	□	□	▽		1.7													
15	Traslado a línea	○	→	□	□	▽		4.7													
16	Inspección de no continuidad	○	→	■	□	▽		4.4													
17	Soldado eléctrico de grupos	●	→	□	□	▽		23.9													
18	Comprobado de soldado	○	→	■	□	▽		3.8													
19	Insección de no continuidad	○	→	■	□	▽		4.4													
20	Colocación de tapa en caja	●	→	□	□	▽		6.7													
21	Pegado térmico de caja	●	→	□	□	▽		17.6													
22	Hechura de bornes	●	→	□	□	▽		30.3													
23	Prueba de fugas	○	→	■	□	▽		11													
24	Marcado de caja con código de producción	●	→	□	□	▽		3.5													
25	Puesta de tapones	●	→	□	□	▽		10.1													
26	Espera a traslado	○	→	□	■	▽		18.8													
27	Traslado a percha	○	→	□	□	▽	35	3.9													
28	Almacenaje en percha	○	→	□	□	▽		1.9													
Total		11	2	5	1	1	63	346.8													

Figura 3.6. Diagrama de Flujo de Proceso – Línea No. 2

Tarea: <u>Ensamblado de baterías</u>										Fecha: <u>22-mar-04</u>										
Empieza en: <u>Traslado de grupos</u>										Diagrama No. <u>003(A)</u>										
Termina en: <u>Almacenaje en percha</u>										Diagrama por: <u>Materiales</u>										
Area: <u>Montaje - Producción (manual)</u>										Realizado por: <u>C.Ronquillo</u>										
										Hoja: <u>1 de 1</u>										
#	Detalles del método (actual)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Distancia	Tiempo mínimo	Por que?				Notas	Acción						
									¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?		¿Cómo?	Eliminar	Combinar	Sección	Lugar	Persona	Mejorar
1	Traslado de grupos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	4,6												
2	Traslado de elementos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30	4,9												
3	Alineado previo de grupos	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		13,8												
4	Traslado a máquina de grupos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4,3												
5	Puesta de grupos en máquina soldadora	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		19,0												<input checked="" type="checkbox"/>
6	Alineado de grupos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		36,0												<input checked="" type="checkbox"/>
7	Puesta de elementos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		20,5												<input checked="" type="checkbox"/>
8	Soldado de grupos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		64,0												<input checked="" type="checkbox"/>
9	Traslado a riel de grupos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		17,1												
10	Corte de rebabas	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		100,0												
11	Puesta de grupos en caja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		35,5												
12	Inspección de no continuidad	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4,4												
13	Soldado eléctrico de grupos	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		26,9												
14	Comprobado de soldado	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3,8												
15	Insección de no continuidad	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4,4												
16	Colocación de tapa en caja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		6,7												
17	Pegado térmico de caja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		17,6												
18	Hechura de bornes	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		34,3												
19	Prueba de fugas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		11,0												
20	Marcado de caja con código de producción	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3,5												
21	Puesta de tapones	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10,1												
22	Espera a traslado	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		28,1												
23	Traslado a percha	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	35	3,9												
24	Almacenaje en percha	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1,9												
Total		11	2	5	1	1	35	476,2												

Figura 3.7. Diagrama de Flujo de Proceso – Línea No. 2 (manual)

En los diagramas presentados se incluye una sección de preguntas con el propósito de realizar el análisis. Si durante la medición se detecta que dentro de cualquiera de las tareas mediante la pregunta de análisis se puede cambiar o mejorar entonces se marca la pregunta con una X, de esta manera se recordará luego que se puede mejorar.

Las novedades detectadas fueron para sobres, la necesidad de mejorar el corte de placas mediante alguna máquina, y automatizar la puesta de placas sobres en las placas ya que actualmente se tiene que ir colocando manualmente las placas en la máquina. En la línea No. 1 se puede mejorar la puesta de grupos en la máquina soldadora para aumentar su producción. En soldado eléctrico se podría mejorar la máquina para que esta se mueva automáticamente a los puntos soldadura y no la batería. En la línea No. 2 el operador de la máquina soldadora hace algunas actividades adicionales como son la de preparar las cajas, la puesta de los grupos en la caja desperdiciando buen tiempo en la máquina soldadora. La línea No. 2 presenta la novedad de parte de ella es

utilizada también por la línea Manual generando actividades extras de almacenamiento (ya que la batería no puede continuar directamente porque se necesitaría cambiar moldes. Cuando se lo hace la línea manual en cambio tiene que almacenar su producto en proceso. La factibilidad de algún cambio al respecto se analizará en los siguientes capítulos.

Por otro lado resulta práctico determinar en donde se producen estancamiento del normal flujo de los materiales a los largo de las líneas. Con la utilización de los diagramas de flujo mostrados podemos determinar los cuellos de botella.

Un cuello de botella se define como cualquier recurso cuya capacidad es inferior a la demanda colocada sobre éste. Un cuello de botella es una limitación dentro del sistema (en este caso se considera sistema al proceso de Montaje) que limita la demanda atendida. Es el punto, dentro del proceso de fabricación, en donde el flujo se reduce a una corriente estrecha o altamente calificada, o una herramienta especializada. Así de lo contrario, un no

embotellamiento es cualquier recurso cuya capacidad es superior a la demanda colocada sobre éste. En consecuencia, un no embotellamiento no debe trabajarse constantemente porque puede producir más de lo requerido. Un no embotellamiento contiene un tiempo de

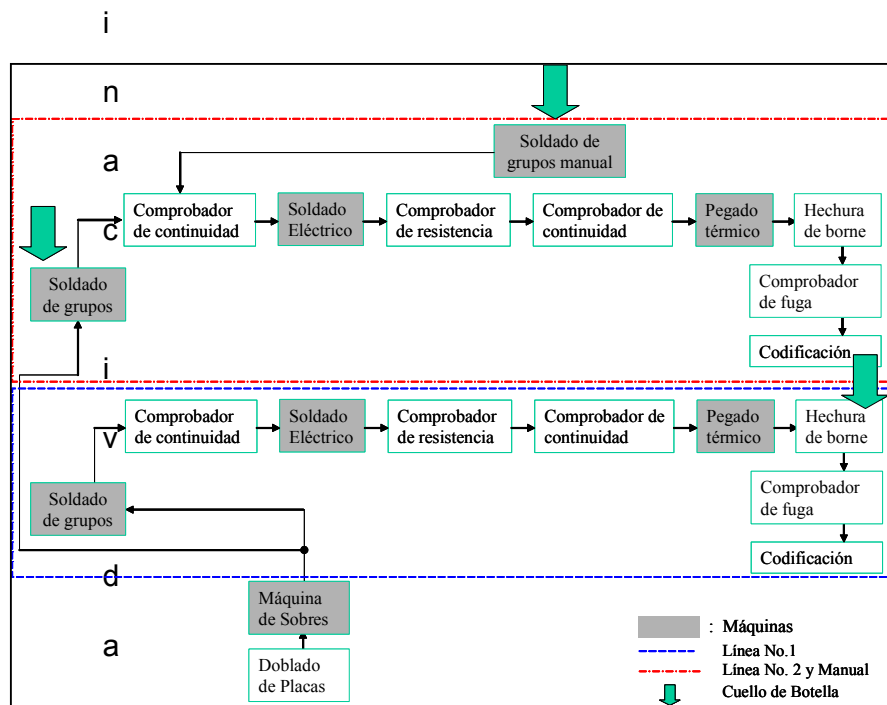


Figura 3.8. Cuellos de botellas en las líneas

Por lo descrito existen algunas posibilidades de mejora y cambios del método actual.

3.1.3. Determinación de Estándares de Producción

Los estándares de producción, también conocidos como parámetros de referencia son los niveles a los que se espera se desarrolle de la mejor forma una actividad. Así son utilizados por el personal para saber lo que es el desempeño de un buen día de trabajo. Con esto ellos pueden ser reconocidos o criticados si se encuentran sobre o bajo el nivel de referencia o estándar establecido.

La aplicación de estándar es bastante amplia en la industria y dependiendo de lo que se pretenda medir y controlar se lo puede definir, así por ejemplo una de las formas más comunes de definir los estándares es expresar las cantidades de productos realizados por unidad de tiempo ó horas empleadas de los trabajadores por volumen de producto procesados (toneladas, kilogramos entre otros).

Se puede tener estándares teóricos y estándares reales. Los primeros son calculados en base al mejor nivel teórico productivo de las máquinas, se conoce también como velocidad de la máquina y se calcula como sigue:

Estándar teórico (ET) = velocidad de máquina

$$\text{Estándar teórico (ET)} = \frac{\text{baterías ensambladas}}{\text{hora}}$$

Los segundos en cambio consideran las horas netas producidas (HNP) es decir las horas en que efectivamente se estuvo produciendo. Cuando hablamos de horas netas producidas inevitablemente se deben considerar las horas de paro programadas (HPP) y las horas de paro no programadas (HPNP). Las horas de paro programadas (HPP) generalmente están dadas por los mantenimientos preventivos o programados que se den a las máquinas y los tiempos en que la máquina necesita para poder continuar su proceso tales como limpieza y cambios de moldes por cambio de producción. Las horas de paro no programada (HPNP) generalmente determinadas por paros no previstos por daños de las máquinas lo que se conoce como mantenimiento correctivo y por alguna causa imprevistas como apagones. Un término útil para el cálculo de las horas netas programadas (HNP) es el rendimiento o % efectivo de utilización de la máquina. Por ejemplo, si tenemos una máquina que debería teóricamente trabajar 160 horas al mes, sus horas netas

producidas (HNP) son únicamente 140 horas al mes y las horas de paro programadas son 20 horas al mes. Tendríamos una máquina que esta ocupando sólo el 87,5% del tiempo teórico para producción y a esto consideramos la existencia de horas de paro no programados (HPNP) por imprevistos o reparaciones de 10 horas. Ahora el rendimiento es el porcentaje a la cual efectivamente está disponible la máquina para producción que sería 130 horas y esto es el 81,3% del tiempo teórico. Los estándares se definen como se muestra a continuación:

Estándar real(ER) = rendimiento × estándar teórico

considerando que:

$$\text{Rendimiento} = \% \text{HNP} \times \left(1 - \frac{\text{HPNP}}{\text{HNP}} \right)$$

$$\% \text{HPP} = \frac{\text{HPP}}{\text{horas teóricas disponibles}} \times 100$$

$$\% \text{HNP} = 100\% - \% \text{HPP}$$

$$\text{HNP} = \text{horas teóricas disponibles} - \text{HPP}$$

$$\begin{aligned} \text{Horas de paro no programado (HPNP)} &= \\ &= \text{Horas de mantenimiento correctivo} + \text{Hora de paro imprevistos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Horas de paro programado (HPP)} &= \\ &= \text{Horas de mantenimiento preventivo} + \text{Horas de preparación de máquina} \end{aligned}$$

Adicionalmente, resulta interesante observar como es la utilización de la mano de obra. Se lo mide en horas hombres. Para nuestra determinación de estándares de mano de obra se utilizara el estándar de mano de obra proporcional (MOP) y el estándar de mano de obra no proporcional (MONP), el primero se basa en las horas hombres empleadas durante las HNP, mientras que el segundo en las horas-hombres empleadas durante las HPP. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Estándar Mano de obra proporcional (MOP)} = \frac{\text{No.personas} \times \text{HNP}}{\text{ER}}$$

$$\text{Estándar Mano de obra no proporcional (MONP)} = \frac{\text{No.personas} \times \text{HPP}}{\text{ER}}$$

donde ER es el estándar real.

Para el caso de la fábrica en estudio se calculan los estándares de las máquinas del proceso Montaje considerando que se trabaja 1 turno diario de 8 horas y cinco días a la semana. Adicionalmente se dispone de la información de las paras producidas tanto por mantenimiento como por producción. Los cálculos se muestran en los apéndices B, C, D y E. El resumen de los

estándares calculados se muestran en la tabla 3.2. a continuación:

Tabla 3.2. Estándares de producción

Máquina	Estándar Teórico (baterías/mes)	Rendimiento (%)	HNP (Horas)	Estándar Real (baterías/mes)	Estándar MOP (horas-hombre/batería)	Estándar MONP (horas-hombre/batería)
Sobres1	9842	76,9	125,0	7566	0,0496	0,0099
Sobres2	11200	74,4	121,0	8330	0,0436	0,0100
Sobres3	1760	76,3	125,0	7505	0,0500	0,0100
Soldadora de grupo1	14400	80,6	131,0	9200	0,0339	0,0080
Soldadora de grupo2	8800	70,6	115,0	9280	0,0370	0,0154
Soldadora de grupo manual	1760	87,5	143,0	6380	0,1858	0,0265
Soldado Electrico1	12800	81,9	133,0	10480	0,0127	0,0044
Soldado Electrico2	12800	81,9	134,0	10560	0,0127	0,0042
Pegado Térmico1	12800	71,9	117,0	9200	0,0127	0,0066
Pegado Térmico2	12800	72,5	118,0	9280	0,0127	0,0064

De manera general podemos apreciar que las máquinas están siendo utilizadas directamente para producción entre un 70,6% a un 87,5%, lo cual da una señal que se puede mejorar su utilización. El número de baterías estándar que se deben fabricar al mes de acuerdo en cada máquina fluctúa entre 6.380 a 10.560 baterías. Luego de estas definiciones de estándar resulta conveniente evaluar la capacidad instalada, tema que será abordado en la siguiente sección.

3.1.4. Cálculo de Capacidad

Se entiende por capacidad la habilidad para mantener, recibir, almacenar o acomodar. Desde el punto de vista productivo suele considerarse como la cantidad de producción que un sistema es capaz de lograr durante un periodo específico de tiempo. Es conveniente tener en cuenta la entrada y salida ya que una u otra manera esto también definirá la capacidad de un determinado proceso. Conocer y manejar adecuadamente la capacidad es importante ya que la demanda a corto plazo (no más de un mes) puede exceder significativamente la capacidad a corto plazo durante los periodos demanda picos, de allí que es necesario determinar cuando y cuanto inventario crear para anticipar el pico.

Como se vio capacidad es un término relativo pero desde el punto de vista productivo lo podemos definir como la cantidad de recursos que entran y que están disponibles con relación a los requisitos de producción durante un periodo de tiempo determinado.

Considerando que en el proceso Montaje se dispone de algunas máquinas aparentemente con distintas capacidades la capacidad de la línea de producción estará dado por la menor de las capacidades de las máquinas. Adicionalmente por fabricar distintos tipos de baterías se escoge la batería típica en cada línea.

Capacidad máxima (CM) = cantidad de baterías por año en base a tiempo distonible anual sin los días de restricción legal

Capacidad real (CR) = cantidad de baterías por año en base a tiempo disponible anual de acuerdo a política de la empresa

La capacidad máxima por línea se muestra en la tabla 3.3 a continuación y los cálculos están descritos en el apéndice F.

Tabla 3.3. Capacidad máxima por línea

Capacidad máxima por línea			
Descripción	línea No.1	línea No.2	línea Manual
Días al año	365	365	365
Días al año no trabajados	9	9	9
Días disponibles al año	356	356	356
Horas disponibles al año Línea No.1 (24 horas por día) Línea No.2 (15 horas por día) Línea No. Manual (9 horas por día)	8.544	5.340	3.204
Horas de paro programados	1.548	1.356	1.680
Horas netas	6.996	3.984	1.524
Velocidad de línea (baterías/hora)	80	55	11
Cantidad de baterías por año	559.680	219.120	16.764

La capacidad real por línea se muestra en la tabla 3.4 a continuación y los cálculos están descritos en el apéndice G.

Tabla 3.4. Capacidad real por línea

Capacidad real por línea			
Descripción	línea No.1	línea No.2	línea Manual
Días al año	365	365	365
Días al año no trabajados	9	9	9
Días no laborados	78	78	78
Días disponibles al año	278	278	278
Horas disponibles al año Línea No.1 (8 horas por día) Línea No.2 (5 horas por día) Línea No. Manual (3 horas por día)	2.224	1.390	834
Horas de paro programados	372	564	240
Horas netas	1.852	826	594
Velocidad de línea (baterías/hora)	80	55	11
Cantidad de baterías por año	148.160	45.430	6.534

Se establece que actualmente la fábrica de baterías tiene una capacidad de:

- 148.160 baterías por año en línea No.1
- 45.430 baterías por año en línea No.2
- 6.534 baterías por año en línea Manual

3.1.5. Análisis de Capacidad con los recursos actuales

Como se vio en la sección anterior el término capacidad implica una tasas de producción factible pero no dice nada por cuanto tiempo podremos mantener dicha tasa. Es recomendable entonces la utilización del concepto mejor nivel operativo. Este es el nivel de capacidad para el cual se ha diseñado el proceso, por lo tanto es el volumen de producción en el cual el costo de la unidad promedio es mínimo. Determinar este mínimo resulta complejo por el seguimiento que hay que dar a costos generales fijos, al costo de tiempo extra, al desgaste de equipos, las tasas de productos defectuosos entre otros. Sin embargo un indicador útil en estos casos es la tasa de utilización requerida real, la cual nos indica cuan cerca está una firma de su mejor nivel demandado o requerido. Está determinado por:

$$\% \text{ tasa de utilización} = \frac{\text{cantidad demanda promedio por año}}{\text{capacidad real}} \times 100\%$$

Si el resultado de esta tasa es mayor al 100% quiere decir que en los actuales condiciones nos está faltando capacidad para cubrir la demanda.

Con la ayuda de esta tasa podremos determinar como en las actuales condiciones la fábrica de baterías cubre la demanda. El resumen de la capacidad real por línea y la tasa de utilización se muestran en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Tasa de utilización de la capacidad

Tasa de utilización de capacidad				
Descripción	Línea No.1	línea No.2	línea Manual	Total
Cantidad de baterías por año (Capacidad real)	148.160	45.430	6.534	200.124
Cantidad de baterías por año (demanda promedio anual)	-	-	-	229.379
% de utilización de capacidad				114,62%

La tasa de utilización se calcula como sigue:

$$\% \text{ de utilización} = \frac{229.379}{200.124} \times 100\% = 114,62\%$$

Se obtiene una tasa de utilización del 114,62% lo cual nos indica que en las actuales condiciones de trabajo: 1 turnos de 8 horas diarias, para dos líneas de producción, durante 22 días al mes (durante cada mes se trabaja dos sábados). Sin embargo, como vimos se muestran los datos histórico de las demandas a inicios de este capítulo, la fábrica de baterías si ha conseguido satisfacer las 229.379 baterías en el 2003, se entiende entonces, que la

fábrica ha realizado horas extras a lo largo de dicho año para alcanzar el nivel de baterías requerido.

3.2. Con Demanda Proyectada

3.2.1. Determinación de la Demanda Proyectada

Antes de calcular la proyección de la demanda hay que considerar el siguiente hecho por la captación de nuevos clientes tanto a nivel local como a nivel de América Latina:

Para el 2005 la fábrica de baterías espera aumentar su venta mensual en 5000 unidades debido principalmente al aumento de las exportaciones a Colombia y al desplazamiento de parte de la competencia nacional.

Existen varias técnicas para proyectar la demanda entre las que destacamos las técnicas cualitativas, análisis de las series de tiempo, proyección causal y los modelos de simulación. Las técnicas cualitativas son subjetivas o de juicio basadas en cálculos y opiniones. El análisis de las series de tiempo, se basa en la idea de que los datos relacionados con la demanda anterior se pueden utilizar para predecir la demanda futura. Los datos anteriores

pueden incluir varios componentes, tales como tendencia, estacionalidad o influencias cíclicas. La proyección causal, que se analiza utilizando la técnica de regresión lineal, supone que la demanda está relacionada con algún factor o factores subyacentes del medio. Los modelos de simulación permiten que quien hace la proyección examine una serie de supuestos sobre la condición de proyección.

Dado que se dispone de la información histórica de la demanda se empleará la técnica del Análisis de las Serie de Tiempo para calcular la proyección de la demanda. A este análisis se le agregará las expectativas de ventas para acercarse de mejor manera a la futura demanda.

Las series de tiempo puede definirse como unos datos ordenados cronológicamente que pueden contener uno o más componentes de la demanda: tendencia, estacionalidad, ciclicidad, autocorrelación y aleatoriedad. La descomposición de las series de tiempo significa identificar y separar los datos de la series de tiempo en esos componentes. Se descompondrá la en dos partes

una por el factor estacional y otra por la tendencia. El factor estacionales la cantidad de corrección necesaria en las serie de tiempo para ajustarse una estación del año. La tendencia se encuentra determinada por una línea que busca demostrar el rumbo de los datos de una serie de tiempos.

En la figura 3.3 se puedo observar que la demanda de baterías sigue cierta ciclicidad (durante el primer mes se presentan los niveles mas bajos del año).

Con los datos por trimestre se calcula la tendencia y para esto se emplea el método de los mínimos cuadrados:

$$D = bx + a$$

donde:

D = tendencia de la demanda, variable dependiente
calculada por la ecuación

a = intersección con el eje D

b = inclinación o pendiente de la línea

x = periodo de tiempo

Para determinar a y b se realizaron los cálculos que se muestran en la tabla 3.6 a continuación:

$$a = \bar{d} - b\bar{x} \qquad b = \frac{\sum xd - n\bar{x}\bar{d}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

Tabla 3.6. Cálculos mínimo cuadrado

x (periodo de tiempo)	D (demanda)	xD	x ²	
1	10.643	10.643	1	
2	6.875	13.750	4	
3	19.375	58.125	9	
4	15.006	60.025	16	
5	24.043	120.216	25	
6	23.871	143.227	36	
7	19.766	138.360	49	
8	23.578	188.626	64	
9	20.072	180.644	81	
10	23.395	233.955	100	
11	14.752	162.269	121	
12	26.103	313.236	144	
13	5.357	69.641	169	
14	16.004	224.051	196	
15	16.812	252.186	225	
16	26.015	416.237	256	
17	15.974	271.566	289	
18	15.896	286.126	324	
19	34.298	651.656	361	
20	10.908	218.156	400	
21	21.609	453.790	441	
22	21.044	462.969	484	
23	22.116	508.662	529	
24	21.535	516.852	576	
25	12.240	306.008	625	
26	15.400	400.405	676	
27	21.661	584.860	729	
28	12.378	346.589	784	
29	11.958	346.780	841	
30	12.085	362.560	900	
31	32.299	1.001.284	961	
32	15.560	497.927	1.024	
33	41.146	1.357.804	1.089	
34	24.466	831.858	1.156	
35	16.167	565.853	1.225	
36	15.963	574.673	1.296	
Total	666	227.479	13.131.567	16.206

Promedio	18,5	19.065,9		
----------	------	----------	--	--

$$b = \frac{(13.177.994 - (36)(18,5)(19.165))}{16.206 - (36)(18,5)(18,5)}$$

$$b = \frac{414104}{3885}$$

$$b = 106,6$$

$$a = 19.165 - (106,6)(18,5)$$

$$a = 17.193,5$$

Por lo tanto la ecuación que representa la tendencia de la demanda queda definida de la siguiente manera:

$$D = 106,6x + 17.193,5$$

Definida la tendencia de la demanda podremos calcular desde enero-2001 a diciembre-2003 cual es la diferencia entre el dato real de la demanda y el determinado por la ecuación. El propósito de esto es determinar el factor estacional mensual.

Si calculamos la demanda teórica para enero 2001 es:

$$D = 106,6 (1) + 17.193,5$$

$$D \approx 17.300 \text{ baterías}$$

Pero la demanda real fue 10.643 baterías entonces el factor estacional está determinado de dividir el teórico sobre lo real, $10.643/17.112 = 0.62$, lo que significa que la demanda real sólo alcanzó el 62% de la demanda teórica. El cálculo para el resto de datos se muestra en la tabla 3.7 a continuación:

Tabla 3.7. Demanda de baterías mensual proyectada

x		(1) (histórico)	(2) (D= 106.6x + 17193,5)	(3) = (1)/(2)
Periodo		Demandad real	Demanda de baterías de acuerdo a D	Coefficiente de Demanda real
1	ene-01	10.643	17.300	0,62
2	feb-01	6.875	17.407	0,39
3	mar-01	19.375	17.513	1,11
4	abr-01	15.006	17.620	0,85
5	may-01	24.043	17.726	1,36
6	jun-01	23.871	17.833	1,34
7	jul-01	19.766	17.939	1,10
8	ago-01	23.578	18.046	1,31
9	sep-01	20.072	18.153	1,11
10	oct-01	23.395	18.259	1,28
11	nov-01	14.752	18.366	0,80
12	dic-01	26.103	18.472	1,41
13	ene-02	8.928	18.579	0,48
14	feb-02	16.004	18.685	0,86
15	mar-02	16.812	18.792	0,89
16	abr-02	26.015	18.899	1,38
17	may-02	15.974	19.005	0,84
18	jun-02	15.896	19.112	0,83
19	jul-02	34.298	19.218	1,78
20	ago-02	10.908	19.325	0,56
21	sep-02	21.609	19.431	1,11
22	oct-02	21.044	19.538	1,08

continua...

23	nov-02	22.116	19.645	1,13
24	dic-02	21.535	19.751	1,09
25	ene-03	12.240	19.858	0,62
26	feb-03	15.400	19.964	0,77
27	mar-03	21.661	20.071	1,08
28	abr-03	12.378	20.177	0,61
29	may-03	11.958	20.284	0,59
30	jun-03	12.085	20.391	0,59
31	jul-03	32.299	20.497	1,58
32	ago-03	15.560	20.604	0,76
33	sep-03	41.146	20.710	1,99
34	oct-03	24.466	20.817	1,18
35	nov-03	16.167	20.923	0,77
36	dic-03	15.963	21.030	0,76

Calculado el factor estacional mensual para cada año, ahora sacamos el factor estacional promedio de los meses de enero-2001, enero- 2002 y enero-2003. De la manera siguiente:

$$\text{Factor estacional promedio (enero)} = \frac{0.62 + 0.48 + 0.62}{3}$$

$$\text{Factor estacional promedio (enero)} = 0.57$$

De manera similar se calcula el factor estacional promedio para el resto de meses.

Ahora bien, para hacer la proyección se debe considerar la proyección según la ecuación obtenida multiplicando el

factor estacional. Como se menciona a inicios de este capítulo la fábrica espera contar con nuevos clientes a partir del 2005 lo que genera un aumento de 5.000 baterías mensuales adicionales aproximadamente.

La demanda proyectada es la siguiente:

Año	Demanda Proyectada (baterías)
2004	261.262
2005 (+nuevos clientes)	336.607

En el año 2004 se espera se demande de acuerdo a la tendencia 261.262 unidades. Para el 2005 se incluirán mensualmente 5000 baterías a la proyección por la captación de nuevos clientes lo que nos produce un incremento de la demanda a 336.606 baterías por año. El detalle de la demanda proyectada mensualmente se muestra en la tabla 3.8 a continuación.

Tabla No. 3.8. Detalle de la demanda proyectada

x		(1) = promedio de los mismos meses (en 3 años)	(2) (D= 106.6x + 17193,5)	(3)	2003: (4) = (1)*(2) 2004: (4) = (1)*(2)+5000
Periodo		Factor Estacional (promedio)	Demanda de baterías de acuerdo a D	Extra por nuevos clientes	Demanda proyectada
37	ene-04	0,57	21.137	-	12.063
38	feb-04	0,67	21.243	-	14.324
39	mar-04	1,03	21.350	-	21.921
40	abr-04	0,95	21.456	-	20.324
41	may-04	0,93	21.563	-	20.028
42	jun-04	0,92	21.669	-	19.958
43	jul-04	1,49	21.776	-	32.390
44	ago-04	0,88	21.883	-	19.156
45	sep-04	1,40	21.989	-	30.818
46	oct-04	1,18	22.096	-	26.027
47	nov-04	0,90	22.202	-	19.995
48	dic-04	1,09	22.309	-	24.261
Total 2004					261.262
49	ene-05	0,57	22.415	5.000	17.793
50	feb-05	0,67	22.522	5.000	20.186
51	mar-05	1,03	22.629	5.000	28.234
52	abr-05	0,95	22.735	5.000	26.535
53	may-05	0,93	22.842	5.000	26.215
54	jun-05	0,92	22.948	5.000	26.136
55	jul-05	1,49	23.055	5.000	39.292
56	ago-05	0,88	23.161	5.000	25.276
57	sep-05	1,40	23.268	5.000	37.610
58	oct-05	1,18	23.375	5.000	32.533
59	nov-05	0,90	23.481	5.000	26.146
60	dic-05	1,09	23.588	5.000	30.652
Total 2005					336.607

3.2.2. Análisis de Capacidad con los recursos actuales

De forma similar al análisis de capacidad realizado para las condiciones actuales ahora veamos si está la Empresa

estudiada en capacidad de cubrir el incremento de la demanda para el 2004 y 2005.

Para el análisis utilizamos la siguiente formula:

$$\% \text{ tasa de utilización} = \frac{\text{cantidad demanda promedio por año proyectada}}{\text{capacidad real}} \times 100\%$$

Con los datos de la demanda proyecta se obtiene los siguientes resultados mostrados en la tabla 3.9:

Tabla 3.9. Tasa de utilización para demanda proyectada

Tasa de utilización requerida por línea				
Descripción	línea No.1	línea No.2	línea Manual	Total
Cantidad de baterías por año (Capacidad real)	148.160	45.430	6.534	200.124
Cantidad de baterías por año (demanda proyectada 2004)	-	-	-	261.262
Cantidad de baterías por año (demanda proyectada 2005)	-	-	-	336.607
% de utilización de capacidad para 2004				130,26%
% de utilización de capacidad para 2005				168,20%

$$\% \text{ de utilización} = \frac{261.262}{200.124} \times 100\% = 130,25\%$$

$$\% \text{ de utilización} = \frac{336.607}{200.124} \times 100\% = 168,20\%$$

De los datos obtenidos se ve define una tasa de utilización para el 2004 de 130,3% y para el 2005 una de 168,2%. De acuerdo a esto la fábrica de baterías no podrá satisfacer la demanda proyectada con el método o capacidad productiva que tiene actualmente.

Queda ahora analizar como aumentar la capacidad real de la Empresas de la forma mejor posible, tal vez por con el aumento de horas trabajadas diarias o mejoras metodológica tema que será abordado en los próximos capítulos.

CAPITULO 4

4. PROPUESTAS DE MEJORAS PARA EL PROCESO MONTAJE

Las propuestas de mejoras se hacen de acuerdo a nuevos requerimientos de demanda y a un análisis del método mediante diagrama de Flujo de Proceso. Este estudio plantea tres (3) alternativas, la primera se basa en aplicar un incremento de las horas de trabajo en el proceso Montaje para aumentar los volúmenes de producción. Aplicar esta alternativa implica suponer que el proceso está trabajando eficientemente, es decir, que se están aprovechando los recursos existentes de la mejor manera. Por otro lado es posible generar un aumento en los volúmenes de producción implementando mejoras en la metodología, por lo que se proponen otras dos alternativas la una que aplica una mejora del método y máquinas y la otra que se basa adicionar otra línea de producción.

4.1. Requerimientos Metodológicos de las propuestas de mejoras para el Proceso Montaje

Como se describió en el capítulo anterior en las condiciones actuales la fábrica de baterías solamente tiene que compensar su demanda actual con horas extras en Montaje. Peor aun con el incremento de su demanda, esto generará un desequilibrio o falta de capacidad para el 2004 y 2005. Para lograr satisfacer el incremento de demanda la Empresa tiene algunas opciones que se describen a continuación:

- Aumentar las horas de trabajo, lo cual implicaría un cambio en la política sobre las horas trabajadas. Durante el presente estudio será la alternativa A.
- Mejorar la metodología del proceso de trabajo, será alternativa B.
- Aumentar otra línea de producción, será alternativa C.

- **Alternativa A: Aumentar las horas de trabajo**

La Empresa trabaja actualmente 1 turno diario de 8 horas durante 5 días a la semana, adicionalmente trabaja 8 horas extras 1 sábado cada dos semanas. Para cubrir las cantidades de baterías

demandadas anualmente tendremos que sumar toda la producción de baterías capaz de hacerse durante todo el año.

Sin embargo, debemos ponderar el aporte de cada línea de producción al total producido ya que no producen a la misma velocidad. Esta ponderación se la realiza mediante un factor de relación que se muestra en la tabla 4.1 a continuación:

Tabla 4.1. Factor de Relación-Líneas

Factor de relación-Líneas					
Descripción	(1) Línea No.1	(2) Línea No.2	(3) Línea Manual	(4)=(1)+(2)+ (3) Total	Horas máquinas totales anuales
(a) Cantidad promedio anual de baterías por año (2003)	148.160	45.430	6.534	200.124	
(b) Horas por año disponible por línea	2.224	1.390	834		4.448
(c) Factor de relación	0,50	0,31	0,19		
Cantidad anual de baterías requeridas para el 2004				261.262	
(d) Horas por año requeridas para el 2004	2.903	1.815	1.089		5.807
(e) Horas promedio por semana 2004 (e) = (d)/(52 semanas)	55,84	34,90	20,94		
Cantidad anual de baterías requeridas para el 2005				336.607	
(f) Horas por año requeridas para el 2005	3.741	2.338	1.403		7.482
(g) Horas promedio por semana 2005 (g) = (f)/(52 semanas)	71,94	44,96	26,98		

Si en el 2003 para producir 200.124 unidades al año se utilizaron 4.448 horas máquinas de las cuales el 50% (2.224 horas) correspondieron a la línea No 1, el 31% (1.390 horas) a la línea No. 2 y el 19% (834 horas) a la línea manual, estas proporciones son nuestro factores de relación. Al hacer una comparación entre las horas utilizadas y las unidades producidas observamos obtenemos lo siguiente:

4.448 horas máquinas \Rightarrow producen 200.124 unidades
 para hacer 261.262 unidades (2004) \Rightarrow cuantas horas maquinas ?

$$\frac{261.262 \times 4.448}{200.124} = 5.807 \text{ horas máquina}$$

para hacer 336.607 unidades (2005) \Rightarrow cuantas horas maquinas ?

$$\frac{336.607 \times 4.448}{200.124} = 7.482 \text{ horas máquina}$$

A estas horas máquinas requeridas las multiplicamos por el factor de relación para saber de las 5.807 horas que se tienen que trabajar en el 2004 cuantas corresponden al aporte de la cada línea. Así por ejemplo el aporte de la línea No.1 esta determinado por:

$$5.807 \times 50\% = 2.903 \text{ horas máquina por año LíneaNo.1}$$

Un dato interesante, por el marco legal, es saber cuantas horas a la semana se tendría que trabajar. Esto lo calculamos dividiendo todas las horas al año para 52 semanas que tiene un año así:

$$\frac{2.903 \text{ hora por año}}{52 \text{ semanas}} = 55,84 \text{ horas por semana Línea No.1}$$

El calculo para el resto del 2004 y 2005 se realizan de manera similar a lo explicado y los resultados se mostraron en la tabla 4.1.

Por lo tanto, para satisfacer la demanda semanalmente se debe trabajar 55,71 horas para el 2004 por línea No.1. Como las líneas No. 2 y Manual comparten máquinas, cuando se usen las máquinas como línea No. 2 trabajará 34,90 horas y cuando se usen las máquinas como línea Manual trabajará 20,94 horas. Si sumamos las horas de la Líneas Manual y No.2 tenemos 55,84 horas semanales también. La tabla 4.2 resume las horas necesitadas:

Tabla 4.2. Horas máquinas requeridas

Horas máquinas requeridas			
Descripción	Línea No.1	Línea No.2	Línea Manual
Horas por semana requeridas para el 2004	55,84	34,90	20,94
Horas por semana requeridas para el 2005	71,94	44,96	26,98

Considerando que la legislación ecuatoriana al respecto considera 40 horas a la semanas como horas normales de trabajo, el exceso son horas suplementarias u horas extras. La línea No.1 de fábrica de baterías necesita 55,84 horas para el 2004 y 71,94 horas para el 2005 por lo que tendría dos alternativas la una es hacer horas extras con el personal actual y la otra es hacer otro turno con personal extra y trabajar horas normales en ambos turnos. Un Restricción legal adicional es que no se puede exceder 12 horas extras por semana. Si el 2004 necesitamos trabajar 15,84 horas extras por semana estaríamos incumplimiento la ley ecuatoriana. Por lo tanto la opción obligada es aumentar un turno de trabajo y por ello personal.

Adicionalmente debemos considerar que al aumentar la producción de las líneas también se debe aumentar la producción en la etapa previa de sobres. Debido a la variedad de baterías y por ende variedad de placas esta etapa previa realiza placas para las líneas y para stock. Los datos históricos señalan que las máquinas de Sobres deben tener una capacidad mayor en por lo menos 20% a lo que consumen las Líneas de producción, para garantizar el correcto flujo de materiales. De manera similar a los cálculos realizados para las líneas se hace para sobres y los

resultados se muestran en las tablas 4.3 y 4.4 a continuación y en el apéndice H:

Tabla 4.3. Factor de Relación máquinas de sobres

Factor de relación-Sobres					
Descripción	(1) Máquina Sobres No. 1	(2) Máquina Sobres No. 2	(3) Máquina Sobres No. 3	(4)=(1)+(2)+ (3) Total	Horas máquinas totales anuales
(a) Cantidad equivalente promedio anual de baterías por año (2003)	109.497	121.240	109.497	340.234	
(b) Horas por año disponibles por máquina	2.224	2.224	2.224		6.672
(c) Factor de relación	0,33	0,33	0,33		
Cantidad equivalente anual de baterías requeridas para el 2004*				313.514	
(d) Horas por año requeridas para el 2004	2.049	2.049	2.049		6.148
(e) Horas promedio por semana 2004 (e) = (d)/(52 semanas)	39,41	39,41	39,41		
Cantidad equivalente anual de baterías requeridas para el 2005**				403.928	
(f) Horas por año requeridas para el 2005	2.640	2.640	2.640		7.921
(g) Horas promedio por semana 2005 (g) = (f)/(52 semanas)	50,78	50,78	50,78		

*Cantidad demanda de baterías para el 2004 + 20%

** Cantidad demanda de baterías para el 2005 + 20%

Si en el 2003 la sección previa de sobres utilizó 6.672 horas al año para preparar placas que equivalen a 340.234 baterías. Estas 340.234 baterías fueron calculadas de la capacidad real de sobres en el capítulo anterior. La cantidad para el 2004 y el 2005 son

estimadas de acuerdo a la cantidad de baterías que se espera se demanden para esos años aumentadas en un 20%.

Como los tiempos disponibles de las máquinas son los mismos se resumen las horas requeridas como siguen:

Tabla 4.4. Horas máquinas requeridas en Sobres

Horas máquinas requeridas por cada máquina Sobres	
Descripción	Horas por máquina
Horas por semana requeridas para el 2004	39,41
Horas por semana requeridas para el 2005	50,78

Lo que nos indica que el área de sobres también necesitará un incremento en sus horas semanales de trabajo por máquina a 39,32 horas para el 2004 y 50,78 horas para el 2005. Considerando las restricciones legales ecuatorianas en cuanto a horas extras semanales permitidas tanto para el 2004 y 2005 no habría inconvenientes para trabajar horas extras y suplir la demanda.

- **Alternativa B: Mejora metodológica del proceso de trabajo**

Si recordamos lo establecido en el capítulo No. 3 en cuanto a las mediciones de tiempo según los Diagramas de Flujo del Proceso de las figuras 3.4 a la 3.7 y a las capacidades de producción

calculados pudimos llegar a determinar en donde se produce un cuello de botella que se presentó en la figura 3.8.

La tarea entonces se centrará en tratar los cuellos de botella. Pero el propósito no será unificar o balancear las capacidades de acuerdo a los cuellos de botella sino más bien de balancear el flujo constante de los materiales en este caso las baterías dentro del proceso.

Según se determinó en el capítulo anterior los cuellos de botella en la línea No. 1 se genera en la hechura de bornes, en línea No. 2 el cuello de botella es la soldadora de grupo, en la línea manual es la soldadora manual de grupo.

Para determinar las mejoras del proceso con los Diagramas de Flujo de Proceso figuras 3.4 a la 3.7 se utilizó el criterio de mejorar las tareas que más tiempo ocupan y de buscar la reducción del tiempo del cuello de botella.

El proceso Montaje empieza en Sobres, en esta etapa se deben realizar las siguientes mejoras:

- El corte de placas se lo debe hacer mediante máquina que corte con sierra giratoria y alinee a la vez (en el apéndice M se

muestra el tipo de máquina sugerida) con ello se conseguirá eliminar la tarea de limpieza de rebabas en las placas, actividad necesaria cuando el corte es realizado de manera manual. Esto además produciría un aumento significativo en la calidad del corte ya que al hacerlo manual las placas se deforman generando defectos luego en las baterías. La espera para trasladar las placas a las máquinas de Sobres no la podemos disminuir porque no es recomendable el traslado de lotes pequeños de placas, al hacerlo aumentarían los tiempos perdidos ya que los traslados se los harían con mayor frecuencia.

- Otra mejora propuesta en sobres, es la automatización de la colocación de placas negativas para enfundarlas en sobres de polietileno. Esta actividad la hace una persona y hay constantes paradas de la máquina por la coordinación que debe tener para poner las placas con ambas manos y al mismo tiempo. La propuesta de mejora del método se muestran en la figura 4.1. Al realizar esta automatización también se disminuye el tiempo de apilamiento previo de placas. Las propuestas de mejoramiento de los tiempos se muestran en la figura 4.2.

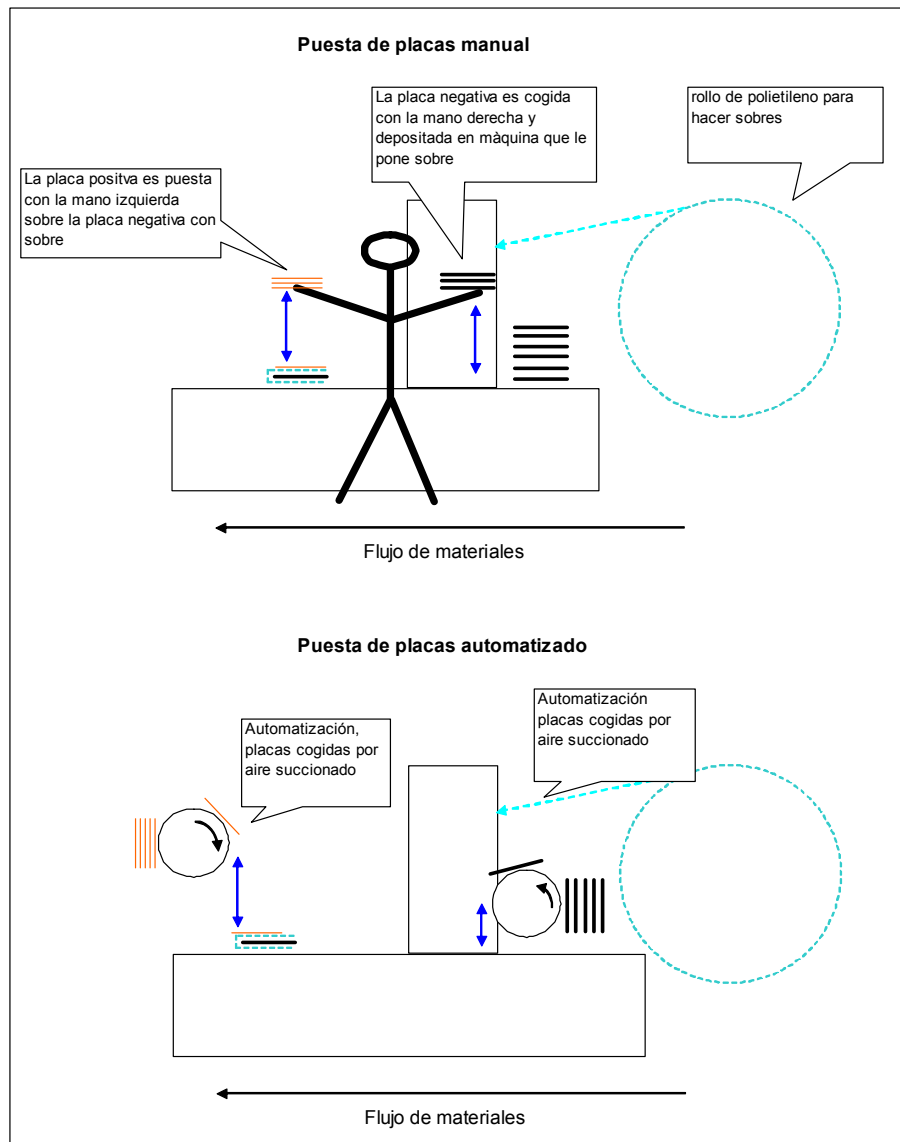


Figura 4.1. Mejora en las máquinas de sobres

		Tarea: Corte de Placas y sobres de baterías						Fecha: 04-may-04												
		Empieza en: Traslado de placas de percha						Diagrama No. 001-M												
		Termina en: Traslado de grupos a percha/líneas						Diagrama por: Materiales												
		Area: Montaje - Producción (Sobres)						Realizado por: C.Ronquillo												
								Hoja: 1 de 1												
#	Detalles del método (mejorado)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Distancia	Tiempo mínimo	Por que?				Notas	Acción						
									¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?		¿Cómo?	Eliminar	Combinar	Sección	Lugar	Persona	Mejorar
1	Traslado de placas de percha	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	4,7												
2	Cortado de placas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10,5					X	Corte con máquina		X				
3	Eliminada de rebabas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0,0					X	Corte con máquina, ya no hay rebabas	X					
3	Almacenada en burro	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		7,1												
4	Espera de traslado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		15,0												
5	Puesta de rollo para sobre en la máquina	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20	7,5						Un rollo es cambiado cada 40 baterías						
6	Traslado de placas en sobres	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	3,0	X					Se disminuye tiempo porque el apilamiento ya no es necesario						X
7	Puesta de sobre y placa positiva	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		26,4				X	Automatizar							X
8	Apilamiento de grupos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		4,4												
9	Traslado de grupos a percha/líneas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17	2,4												
Total		3	3	0	1	2	93	81,0												

Figura 4.2. Diagrama de flujo mejorado - Sobres

Los tiempos de las mejoras son estimados en base a la experiencia técnica de producción y a pequeñas simulaciones hechas en campo y no medidos. Con estas mejoras se puede alcanzar una reducción de aproximadamente 20 seg.

De igual modo, en las líneas existen algunas propuestas de mejoras que serán planteadas individualmente para cada una de ellas.

En la línea No. 1

- El cuello de botella es la hechura de bornes. Esa es una actividad manual que la realiza un operador. Si agregamos una mano de obra compartida en las actividades de hechura de borne y comprobación de fugas aunque trasladamos el cuello de botella a una etapa anterior al pegado térmico, éste nuevo cuello de botella es mas rápido. Al hacerlo conseguimos disminuir el tiempo del cuello de botella en 2 seg. aproximadamente es decir de 21 a 19 segundos trasladando el cuello de botella al pegado térmico.
- La otra actividad de inspección de continuidad también se puede mejorar si sólo comprobamos la continuidad en los terminal y no grupo por grupo, ya que si no hay continuidad no esta habiendo cortocircuito en ninguna parte de la batería. Con esto se puede conseguir un ahorro a 1,2 seg.
- Finalmente, la máquina que arma los grupos realiza varios pasos consecutivo como son el alineado, cepillado y soldado con plomo fundido. En estos pasos la actividad la soldada de grupos con plomo necesita 16 seg. para enfriarse, por lo que si el operador demora en alimentar a la máquina mas de este

tiempo estará causando que máquina pierda continuidad. Podemos mejorar el tiempo de puesta de grupos en la máquina haciendo que el operador abastezca continuamente la misma de 17,5 a 16 segundos. Lograremos disminuir el tiempo que utiliza la máquina en 1,5 segundo, con esto lo igualaríamos al tiempo que tarda (16 segundos) en soldar los grupos y aprovecharíamos al máximo la capacidad de la maquina.

- Las mejoras propuestas al método en la Línea No. 1 se encuentran descritas la figura 4.3 que se muestra a continuación. Con las propuestas de mejoras se puede alcanzar una reducción de 16 seg. aproximadamente.

Tarea: <u>Ensamblado de baterías</u>		Fecha: <u>04-may-04</u>																		
Empieza en: <u>Traslado de grupos</u>		Diagrama No. <u>002-M</u>																		
Termina en: <u>Almacenamiento en percha</u>		Realizado por: <u>C.Ronquillo</u>																		
Area: <u>Montaje - Producción (Línea 1)</u>		Hoja: <u>1 de 1</u>																		
#	Detalles del método (mejorado)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Distancia	Tiempo mínimo	Por que?				Notas	Acción						
									¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?		¿Cómo?	Eliminar	Combinar	Sección	Lugar	Persona	Mejorar
1	Traslado de grupos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	17	1,4												
2	Puesta de grupos en máquina soldadora	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		16,0			<input checked="" type="checkbox"/>			Disminución del tiempo mediante entrenamiento						<input checked="" type="checkbox"/>
3	Alineado de grupos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		6,4												
4	Cepillado de grupos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2,9												
5	Soldado de grupos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		16,0						Fijo (capacidad de máquina)						
6	Verificación de existencia de rebabas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3,2												
7	Corte de rebabas de grupos y puesta en caja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		14,3												
8	Inspección de no continuidad	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2,2												
9	Soldado eléctrico de grupos	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		12	12,4											
10	Comprobado de soldado	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4,2												
11	Insección de no continuidad	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1,2	<input checked="" type="checkbox"/>					Verificar sólo en polos positivos						<input checked="" type="checkbox"/>
12	Colocación de tapa en caja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		7,5												
13	Pegado térmico de caja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9	19,0												
14	Hechura de bornes	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		14,8			<input checked="" type="checkbox"/>			Agregar otro soldador						
15	Prueba de fugas	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		12,3			<input checked="" type="checkbox"/>			Actividad compartida con el que hace los bornes						<input checked="" type="checkbox"/>
16	Marcado de caja con código de producción	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3,0												
17	Puesta de tapones	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10,2												
18	Espera a traslado	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		18,8												
19	Traslado a percha	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	5,6												
20	Almacenaje en percha	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1,9												
Total		11	2	5	1	1	88	173,3												

Figura 4.3. Diagrama de Flujo mejorado – Línea No. 1

Para el caso de la línea No. 2 y manual se analizarán juntas porque ambas comparten el soldado eléctrico y pegado térmico. Un hecho que hay que considerar es que la soldadora manual hace baterías grandes y distintas a la que hace la soldadora de la

Línea No. 2, por lo tanto, los moldes de la soldadora eléctrica y de pegado térmico son distintos por lo que mientras una línea trabaja de manera continua, la otra lo hace para stock.

- Lo recomendable es que la línea manual siempre fabrique para stock ya que es la más lenta y no nos podemos dar el lujo de tener máquinas esperando por la demora en la soldadora manual. Además es recomendable que el soldado de grupo manual se lo haga a través de una máquina automática. Con esto podríamos disminuir el tiempo de que lo hacen las manuales de 139,5 segundos incluidos desde la puesta en la máquina de grupos hasta la soldada en si a 60 segundos únicamente, es decir un ahorro de tiempo de 79,5 segundos.
- Adicionalmente con una máquina automática de soldado de grupo se conseguiría una reducción del tiempo de puesta de grupos en caja porque con la máquina automática casi no se producirán rebabas y no habrá que cortarlas. Ese tiempo ahorrado es 100 segundos.
- En línea manual tendremos que agregar los traslados para las baterías en proceso que se están haciendo para stock, con esto se aumentaría el tiempo en 14,8 segundos.

- Otra mejora en la Línea No. 2 se realizaría haciendo que la preparación de la caja, es decir la colocación de etiquetas de identificación de acuerdo al tipo se lo realice en el despacho de bodega. Con esto se conseguiría una reducción de 4,6 segundos.
- El soldado de grupo de la Línea No. 2 puede ser más veloz si se aumentara la velocidad de transportación de los grupos soldados dentro de la propia máquina. En la actualidad el traslado es muy lento los sistemas de cadena, cremallera y engranajes trasladan lentamente los grupos soldados, se los puede mejorar modificando el diámetro de los mismo. Por la observación y medición en la máquina se puede concluir que 6 segundos son desperdiciados por esta actividad.

Las propuestas de mejoras de las Líneas No. 2 y Manual se presentan en la figura 4.4 y figura 4.5.

Tarea: <u>Ensamblado de baterías</u>										Fecha: <u>04-may-04</u>										
Empieza en: <u>Traslado de grupos</u>										Diagrama No. <u>003-M</u>										
Termina en: <u>Almacenaje en percha</u>										Diagrama por: <u>Materiales</u>										
Area: <u>Montaje - Producción (Línea 2, ver anexo manual)</u>										Realizado por: <u>C.Ronquillo</u>										
										Hoja: <u>1 de 1</u>										
#	Detalles del método (mejorado)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Distancia	Tiempo mínimo	Por que?				Notas	Acción						
									¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?		¿Cómo?	Eliminar	Combinar	Sección	Lugar	Persona	Mejorar
1	Traslado de grupos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	2,8												
2	Puesta de grupos en máquina soldadora	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		14,0												
3	Inspección de grupos	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4,2												
4	Alineado de grupos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		15,5												
5	Cepillado de grupos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4,5												
6	Soldado de grupos en máquina	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		34,3				X	Con un aumento de velocidad de traslado de grupos dentro de la máquina							X
7	Retiro de grupos soldados	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		12,4												
8	Preparación de caja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0,0			X	Esta actividad puede ser realizada en el despacho de bodega								X
9	Espera de puesta de grupos en caja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		9,0												
10	Puesta de grupos en caja	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		12,8												
11	Apilamiento de baterías	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		14,4												
12	Espera traslado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		60,0												
13	Traslado a percha	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	38	4,7												
14	Almacenaje en percha	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1,7												
15	Inspección de no continuidad	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4,4												
16	Soldado eléctrico de grupos	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		23,9												
17	Comprobado de soldado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3,8												
18	Insepección de no continuidad	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4,4												
19	Colocación de tapa en caja	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		6,7												
20	Pegado térmico de caja	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		17,6												
21	Hechura de bornes	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		30,3												
22	Prueba de fugas	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		11,0												
23	Marcado de caja con código de producción	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3,5												
24	Puesta de tapones	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10,1												
25	Espera a traslado	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		18,8												
26	Traslado a percha	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	35	3,9												
27	Almacenaje en percha	<input type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		1,9												
Total		11	2	5	1	1	63	330,5												

Figura 4.4. Diagrama de Flujo mejorado – Línea No. 2

		Tarea: <u>Ensamblado de baterías</u>					Fecha: <u>04-may-04</u>															
		Empieza en: <u>Traslado de grupos</u>					Diagrama No. <u>003(A)-M</u>															
		Termina en: <u>Almacenaje en percha</u>					Diagrama por: <u>Materiales</u>															
		Area: <u>Montaje - Producción (manual)</u>					Realizado por: <u>C.Ronquillo</u>															
							Hoja: <u>1 de 1</u>															
#	Detalles del método (mejorado)	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenamiento	Distancia	Tiempo mínimo	Por que?				Notas	Acción								
									¿Qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Quién?		¿Cómo?	Eliminar	Combinar	Sección	Lugar	Persona	Mejorar		
1	Traslado de grupos	○	➡	□	□	▽	20	4,6														
2	Traslado de elementos	○	➡	□	□	▽	30	4,9														
3	Alineado previo de grupos	●	➡	□	□	▽		13,8														
4	Traslado a máquina de grupos	○	➡	□	□	▽		4,3														
5	Soldado de grupos en máquina	●	➡	□	□	▽		60				X	Esta actividades se pueden realizar en máquina automática de soldar grupo									X
6	Traslado a riel de grupos	○	➡	□	□	▽		17,1														
7	Corte de rebabas	●	➡	□	□	▽		0,0	X				Eliminado con máquina automática		X							
8	Puesta de grupos en caja	●	➡	□	□	▽		35,5														
9	Traslado a percha	○	➡	□	□	▽		0,0			X		Se elimina con la línea adicional		X							
10	Almacenaje en percha	○	➡	□	□	▽		0,0			X											
11	Traslado a línea	○	➡	□	□	▽		0,0			X											
12	Inspección de no continuidad	○	➡	■	□	▽		4,4														
13	Soldado eléctrico de grupos	●	➡	□	□	▽		26,9														
14	Comprobado de soldado	○	➡	■	□	▽		3,8														
15	Insepcción de no continuidad	○	➡	■	□	▽		4,4														
16	Colocación de tapa en caja	●	➡	□	□	▽		6,7														
17	Pegado térmico de caja	●	➡	□	□	▽		17,6														
18	Hechura de bornes	●	➡	□	□	▽		34,3														
19	Prueba de fugas	○	➡	■	□	▽		11														
20	Marcado de caja con código de producción	●	➡	□	□	▽		3,5														
21	Puesta de tapones	●	➡	□	□	▽		10,1														
22	Espera a traslado	○	➡	□	■	▽		28,1														
23	Traslado a percha	○	➡	□	□	▽	35	3,9														
24	Almacenaje en percha	○	➡	□	□	▽		1,9														
Total		11	2	5	1	1	35	273,5														

Figura 4.5. Diagrama de Flujo mejorado – Línea No. 2 (manual)

En las tablas 4.5 y 4.6 se muestra el ahorro de tiempo en la fabricación de una batería para cada línea con las mejoras

propuestas. Este ahorro también generará un aumento de la velocidad de la línea.

Tabla 4.5. Tiempo ahorrado con las mejoras

Descripción	(1) Tiempo actual (seg.)	(2) Tiempo Propuesto (seg.)	(3)=(1)-(2) Reducción de tiempo (seg.)	Velocidad de la línea* (baterías/ hora)	% de aumento	Nueva velocidad de línea (baterías/ hora)
Sobres	100,2	81,0	19,3	62,0*	19,2%	73,9
Línea No. 1	189,4	173,3	16,1	80,0*	8,5%	86,8
Línea No. 2	346,8	330,5	16,3	55,0*	4,7%	57,6
Línea Manual	476,2	273,5	202,7	11,0*		30,0**

** está determinado por la velocidad de la nueva soldadora

* determinado por las velocidades de máquinas cuello de botella

Con este incremento se alcanzaría una producción de:

Tabla 4.6. Aumento de producción por reducción de tiempos

Descripción	Baterías promedio anuales	% de aumento	Baterías promedio anuales esperadas con mejoras del método
Sobres	388.042	19,21%	462.545
Línea No. 1	148.160	8,50%	160.754
Línea No. 2	45.430	4,70%	47.565
Línea Manual	6.534	172,2%**	17.820
Total			226.139

** está determinado por la velocidad de la nueva soldadora

Con este incremento de producción provocado por las mejoras propuestas se procede a calcular el tiempo requerido para suplir la demanda para el 2004 y 2005. Los cálculos son realizados de

manera similar a los efectuados en la alternativa A y se muestran los resultados en la tabla 4.7 y 4.8.

Tabla 4.7. Factor de relación con líneas mejoradas

Factor de relación-Líneas mejoradas					
Descripción	(1) Línea No.1	(2) Línea No.2	(3) Línea Manual	(4)=(1)+(2) +(3) Total	Horas máquinas totales anuales
(a) Cantidad promedio anual de baterías por año (mejoras)	160.754	47.565	20.790	229.109	
(b) Horas por año disponible por línea	2.224	1.390	834		4.448
(c) Factor de relación	0,50	0,31	0,19		
Cantidad anual de baterías requeridas para el 2004				261.262	
(d) Horas por año requeridas para el 2004	2.536	1.585	951		5.072
(e) Horas promedio por semana 2004 (e) = (d)/(52 semanas)	48,77	30,48	18,29		
Cantidad anual de baterías requeridas para el 2005				336.607	
(f) Horas por año requeridas para el 2005	3.268	2.042	1.225		6.535
(g) Horas promedio por semana 2005 (g) = (f)/(52 semanas)	62,84	39,27	23,56		

Siguiendo la metodología aplicada en la tabla 4.1 se procede a realizar el cálculo de las horas que se necesitarían para cubrir la nueva demanda pero con las mejoras en las máquinas.

Tabla 4.8. Horas requeridas para cubrir demanda

Horas máquinas requeridas-líneas mejoradas				
Descripción	Línea No.1	Línea No.2	Línea Manual	Sobres
Horas por semana requeridas para el 2004	48,77	30,48	18,29	35,82
Horas por semana requeridas para el 2005	62,84	39,27	23,56	46,15

Como podemos apreciar luego de las mejoras al método aplicadas para el 2004 se necesitarán 48,77 horas a la semana en las líneas, es decir 8,77 horas extras las cuales no exceden lo permitido (12 horas extras semanales). Sin embargo para el 2005 se necesitarán 62,84 horas a la semana de las cuales 22,84 horas serán extras y estas exceden lo permitido (12 horas por semana) por lo tanto se tendrá que disponer de otro turno y personal adicional.

- **Alternativa C: Aumentar otra línea de producción**

Otra alternativa que tiene la fábrica de baterías para cubrir la demanda es el incremento de una tercera línea de producción de características similares a la línea No. 2 menos en la máquina de soldado de grupo por la diferencia del tipo de batería. Con esto se conseguiría dejar en total disposición la línea No. 2 aprovechando sus máquinas durante toda la jornada y por lo tanto incrementando su nivel de producción. Además, se dispondría de otra línea productiva.

Si además a esta alternativa le aumentamos las mejoras metodológicas sugeridas, los niveles productivos quedarán establecidos como se muestran en la tabla 4.9 de la siguiente forma:

Tabla 4.9. Capacidad real por línea

Capacidad real por línea				
Descripción	línea No.1	línea No.2	línea Manual	Total
Días al año	365	365	365	1.095
Días al año no trabajados (legal)	9	9	9	27
Días no laborados*	78	78	78	234
Días disponibles al año	278	278	278	834
Horas trabajadas por día*	8	8	8	24
Horas disponibles al año	2.224	2.224	2.224	6.672
Horas de paro programados**	372	564	564	1.500
Horas netas	1.852	1.660	1.660	5.172
Cantidad de baterías por año	160.754	95.591	95.591	351.936

*Determinado por la política de la Empresa

** Determinado por información estadística promedio de la Empresa

En total si instalamos una línea adicional y con las mejoras al método propuestas se alcanza una producción promedio de 351.936 anuales. Con este nivel de producción alcanzaría a satisfacer las 261.262 baterías en el 2004 y las 336.607 baterías en el 2005 sin contrata tiempos.

4.2. Requerimientos Técnicos de las propuestas de mejoras para el Proceso Montaje

Las alternativas de mejoras planteadas en la sección anterior requieren de recursos técnicos que se detallan a continuación:

- **Alternativa A: Aumentar las horas de trabajo**

El aumentar las horas de trabajo requiere de:

- Expreso adicional: como normalmente los expresos recogen al personal a la salida del turno de 8 horas, no podrán llevar al personal de Montaje por lo que su jornada de trabajo tendrá aproximadamente 2 horas adicionales de duración, por lo que exclusivamente se tendrá que disponer de servicios de expreso para dicho personal.
- Horas extras del personal de Montaje: preferible se recomienda se trabaje haciendo horas extras en las jornadas comprendidas de lunes a viernes y no los fines de semana que resulta más cara la jornadas. Sin embargo por restricciones legales del Código de Trabajo del Ecuador se establece que no se podrá exceder 12 horas suplementarias o extras a la semana. Esta restricción

obligará a contratar 19 personas adicionales para el 2005 (similar cantidad utilizada en el primer turno).

- Refrigerio para el personal de Montaje: como beneficio adicional la empresa proporciona un refrigerio al personal que labora horas extras. Por igualdad este beneficio se tendrá que aplicar al personal de Montaje.

- **Alternativa B: Mejora metodológica del proceso de trabajo**
El implementar esta alternativa requerirá de:
 - Expreso adicional
 - Horas extras del personal de Montaje
 - Refrigerio para el personal de Montaje.
 - 2 automatizaciones de puesta de placas en máquina de sobres: se adaptarán las actuales máquinas para que esta actividad ya no se la haga manual.
 - 1 Máquina cortadora de placas: para mejorar el corte disminuir tareas de eliminación de rebabas.
 - 1 Máquina Soldadora de grupos (incluido instalación): para mejorar y agilizar la velocidad de línea. Reemplazara a la máquina manual de soldado de grupos.

- 2 personas adicionales: una por línea para ayudar en la tarea de hacer bornes.
 - 1 Adaptación de dispositivo de inspección en máquina soldado eléctrico.
 - Para el 2005 se necesitaría turno adicional de 20 personas.
-
- **Alternativa C: Aumento de línea de producción No. 3**

El implementar esta alternativa requerirá de:

- 1 Soldadora de grupos (incluido la instalación).
- 1 Máquina soldara eléctrica.
- 1 Máquina de pegado térmico.
- 2 Comprobadores de continuidad.
- 1 Verificador de soldado eléctrico.
- 1 Rieles de línea No. 3.
- 1 Instalación de equipos.

Habiendo determinado las necesidades para las distintas alternativas de mejoras sugeridas queda ahora evaluar la factibilidad técnico – económica de las alternativas propuestas, tema que será abordado en el siguiente capítulo.

CAPITULO 5

5. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORAS PARA EL PROCESO MONTAJE

En el mundo actual en donde los cambios de toda índole se producen a una velocidad vertiginosa, resulta imperiosamente necesario disponer de un conjunto de antecedentes justificatorios que respalden y aseguren una acertada toma de decisiones. Contar con antecedentes justificatorios adecuados hacen posible la disminución del riesgo de error en la selección de la mejor alternativa del presente estudio.

Como se detalló en el capítulo anterior, se plantean tres alternativas. En dicho capítulo se describió y analizó los requerimientos tecnológicos y legales individualmente de las alternativas, sin embargo no se determinó cual es la mejor, debido a que no se han establecido aun

criterios contundentes de selección. Estos se determinarán mediante un análisis multicriterio.

Así se recomendará la alternativa que ofrezca el mejor beneficio. Entiéndase por beneficio no únicamente al factor económico sino también a las ventajas tecnológicas productivas que pueda brindar.

5.1. Evaluación de las propuestas de mejoras para el Proceso Montaje

Una parte fundamental en la evaluación de las propuestas de mejoras constituyen el costo en que se va a incurrir. Entre los costos determinantes que intervienen en una inversión tenemos:

- Costo de la mano de Obra. El costo de la mano de obra está determinado por lo que vale el trabajo de los operadores de área de análisis. Dentro de este rubro se consideran las horas normales de trabajo y las horas extras o suplementarias de trabajo. Pero sólo se considerará el costo de mano de obra adicional y no el existente debido a que estos no son objeto del presente estudio.

- Costo de máquinas y equipos. Referido al valor económico de las máquinas puestas en la fábrica de baterías.
- Costo de instalaciones. Determinado por el costo de la mano de obra que dirija la instalación y su personal, el costo de los materiales y accesorios requeridos así como el costo de la obra civil.
- Costos de beneficios adicionales a trabajadores. El costo de los beneficios que legal y/o voluntariamente tiene establecido la empresa a sus trabajadores entre los que destacamos la dotación de uniformes, almuerzos, meriendas, expresos, consumo de agua. De igual modo, este costo es considerado únicamente para las personas adicionales y no para el total de trabajadores del área.
- Costos de Terreno y Edificio. Este costo no aplica, porque la Empresa dispone actualmente de un área amplia dentro de la actual área de Montaje, en la cual cabe una línea adicional.

A continuación se desglosa el cálculo de los costos generados en cada alternativa:

Costo de la mano de Obra

Para determinar el costo de la mano de obra nos basamos en las horas requeridas para cubrir el incremento de demanda de baterías según se lo determinó en el capítulo anterior. Como se vio no solamente con horas extras se podrá cubrir dicho aumento debido a las restricciones legales y a las políticas de la Empresa, por lo que se tendrá que disponer de personal adicional y por tanto también se generarán horas normales con un segundo turno de trabajo.

- **Alternativa A.** En el capítulo anterior se determinó que para la línea No. 1 con la alternativa A se requieren 55.7 horas semanales por línea en el 2004 para cubrir la demanda. De estas, 15.7 son horas extras que sobrepasan las 12 horas extras permitidas legalmente por semana, por lo que se requeriría un turno adicional. Pero para 15,7 horas no se justifica otro turno por lo que se propone se utilice al personal de otras áreas para que hagan horas extras. Con esto se tendrá suficiente rotación y se evitará forzar a la mano de obra actual de Montaje. En el 2005 se requerirá 31,9 horas adicionales por semana y por línea, las cuales si justifican un

turno adicional por estar próximas a las 40 que corresponde a una jornada semanal normal.

- **Alternativa B.** Según esta alternativa para el 2004 se requieren únicamente 8,6 horas extras por línea, las cuales no tienen ningún impedimento legal. Sin embargo, para el 2005 se requiere 22,84 horas extras semanales por línea para lo cual se debe disponer de un turno adicional. Adicionalmente se recomienda para esta alternativa 2 personas adicionales para la línea No. 1 y línea No. 2.
- **Alternativa C.** Esta alternativa no requiere horas extras en el 2004 por la adquisición de nuevas máquinas. Sin embargo para el 2005 se requiere de 4,6 horas extras semanales por línea que se pueden trabajar sin contratiempo por no tener ningún impedimento legal. En la tabla 5.1 se detalla la cantidad horas adicionales necesarias por línea y por cada alternativa, dicha información es la recopilación de los resultados obtenidos en el capítulo 4.

Tabla 5.1. Horas Adicionales requeridas semanales

Descripción	Línea No. 1	Línea No.2 y Manual	Sobres
Alternativa A:			
2004 (semanal)	15,7	15,7	2,6
2005 (semanal)	31,9	31,9	15,0
Alternativa B:			
2004 (semanal)	8,7	8,7	0,0
2005 (semanal)	22,8	22,8	6,2
Alternativa C:			
2004 (semanal)	0,0	0,0	0,0
2005 (semanal)	0,0	0,0	6,2

Como se describió de estas horas adicionales algunas serán cubiertas por horas extras y otras por un turno adicional e producción. En la tabla 5.2 se detallan cuantas horas se requieren y la cantidad de personas que las realizarán. Estos datos son recopilados de la información del capítulo 4.

Tabla 5.2. Horas extras requeridas

Descripción	Línea No. 1	Línea No.2 y Manual	Sobres	Total
Alternativa A:				
Personal requerido	8	11	9	
2004	15,7	15,7	2,6	321,9
2005	0,0	0,0	15,0	135,1
Alternativa B:				
Personal requerido	9	12	9	
2004	8,7	8,7	0,0	181,9
2005	0,0	0,0	6,2	55,4
Alternativa C:				
Personal requerido	9	18	9	
2004	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	0,0	0,0	6,2	55,4

Los cálculos en la tabla son realizados como sigue:

$$15,7\text{horas} \times 8\text{personas} + 15,7 \times 11 + 2,6 \times 9 = 321,9 \text{ horas extras}$$

$$0 \text{ horas} \times 8\text{personas} + 0 \times 11 + 15 \times 9 = 135,1 \text{ horas extras}$$

$$8,7\text{horas} \times 9\text{personas} + 8,7 \times 12 + 0 \times 9 = 181,9 \text{ horas extras}$$

$$0 \text{ horas} \times 9\text{personas} + 0 \times 18 + 6,2 \times 9 = 55,4 \text{ horas extras}$$

De acuerdo a los sueldos pagados en la Empresa se paga \$ 220 mensuales por operador en horas normales de trabajo. Si en el mes se trabaja 160 horas normales el costo USD/Hora es 1. 375 USD por hora. Si a esto le incrementamos el 50% que corresponde pagar por ley a dichas horas extras tenemos 2.063 USD por hora extra. Adicionalmente el costo de un operador adicional es de USD 2.640 (220 dólares mensuales x 12 meses) Con estos valores de costos unitarios se obtiene el costo de la mano de obra por año que esta detallado en la tabla 5.3 y 5.4.

Tabla 5.3. Costo de las horas extras requeridas

Descripción	Costo unitario (USD)	Horas extras requeridas-2004	Horas extras requeridas-2005	Costo total (USD)
Alternativa A				
Costo horas extras	2,063	16.738,3	7.024,7	49.011,1
Alternativa B				
Costo horas extras	2,063	9.456,7	2.878,2	25.440,8
Alternativa C				
Costo horas extras	2,063	-	2.878,2	5.936,3

El cálculo es realizado con los datos de la tabla 5.2 de acuerdo como se muestra en el siguiente ejemplo con la alterativa A.

$$\text{horas extras 2004} = \frac{321,9\text{horas}}{\text{semana}} \times \frac{52\text{semana}}{\text{año}} = 16.738,3\text{horas / año}$$

$$\text{horas extras 2005} = \frac{135,1\text{horas}}{\text{semana}} \times \frac{52\text{semana}}{\text{año}} = 7.024,7\text{horas / año}$$

$$\begin{aligned} \text{CostoTotal} &= \frac{\text{USD } 2,063}{\text{hora}} \times (16.738,3 + 7.024,7)\text{horas} = \\ &= \text{USD } 49.011,1 \end{aligned}$$

Tabla 5.4. Costo de personas adicionales requeridas

Descripción	Costo unitario anual (USD)	Personas requeridas-2004	Personas requeridas-2005	Costo total (USD)
Alternativa A				
Personal adicional	2.640,0	-	19,0	50.160,0
Alternativa B				
Personal adicional	2.640,0	2,0	21,0	60.720,0
Alternativa C				
Personal adicional	2.640,0	8,0	8,0	42.240,0

Los cálculos se realizan tomando como referencia los datos de tabla 5.2 y con los costos unitarios anual de la mano de obra. Los

resultados son calculados de manera similar al ejemplo para la alternativa B, detallado a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Costo personal (2004 - 2005)} &= (2 + 21)\text{personas} \times \frac{\text{USD 2.640}}{\text{persona}} = \\ &= \text{USD60.720} \end{aligned}$$

Considerando que tanto las alternativa A y B deben tener un turno adicional en el 2005 para sus dos líneas, para efectos del cálculo no se toman en cuenta las horas necesitadas adicionales sino que se considera el salario completo del personal, aunque en teoría necesite trabajar menos de las 40 horas.

Para poder comparar adecuadamente los costos de las tres alternativas debemos hacer una corrección adicional. De las tres, la alternativa A, a diferencia de las otras dos, no considera la adquisición de maquinaria, por lo que podría resultar más económica que las demás. Para eliminar este posible error debemos considerar cuanto se gastará en mano de obra durante la vida útil de las máquinas adquiridas. En términos contables la maquinaria es depreciada en 10 años. Entonces se calcula el costo de la mano de obra para dicho tiempo y se lo muestra en la tabla 5.5.

Tabla 5.5. Resumen de costo de mano de obra

Alternativa	(1) Total (2004 y 2005) USD	(2)=(1)x8 años USD	(3)=(1)+(2) Costo Total (USD)
A	99.171,1	793.368,8	892.539,9
B	86.160,8	689.286,2	775.446,9
C	48.176,3	385.410,3	433.586,5

Costo de máquinas y equipos

El costo de la maquinaria y equipos requeridos están determinados a continuación en la tabla 5.6. Dentro de las alternativa B y C existe una automatización de dos máquinas de sobres, el costo unitario de mejorar cada una de estas se estima en USD 5.000 en base a la experiencia con la otra máquina de sobres ya mejorada. El resto de máquinas si son adquisiciones nuevas que se tendrían que hacer, los precios allí citados son referenciales de acuerdo a la oferta en el mercado.

Tabla 5.6. Costo de maquinaria

Alternativa	Costo Unitario (USD)	Cantidad requerida	Sub-total (USD)	Costo Total (USD)
Alternativa A				0
-	0			
Alternativa B:				139.500,00
Automatización de máquina de sobres	5.000,00	1,00	5.000,00	
Máquina cortadora de placas	64.500,00	1,00	64.500,00	
Máquina soldadora de grupos	70.000,00	1,00	70.000,00	
Alternativa C:				315.900,00
Automatización de máquina de sobres	5.000,00	2,00	10.000,00	
Máquina cortadora de placas	64.500,00	1,00	64.500,00	
Máquina soldadora de grupos	70.000,00	1,00	70.000,00	
Máquina soldadora eléctrica	61.200,00	1,00	61.200,00	
Máquina de pegado térmico	78.700,00	1,00	78.700,00	
Comprobador de Continuidad	1.000,00	2,00	2.000,00	
Comprobador de Fuga (automático)	29.500,00	1,00	29.500,00	

Costo de instalación

Los costos de instalar dicha maquinaria se desglosan en la tabla 5.7. Se ha considerado entre otros, los costo de las tuberías galvanizadas para aire comprimido, las tuberías negra cédula (cd) 40 para las líneas de gas, los cables de potencia, breaker para cada máquinas y la instalación de estos cables por medio de técnicos especialistas. El resto del trabajo es realizado por mano

de obra interna. Adicionalmente se contempla los costos por la elaboración de las rieles por donde se transportarán las baterías:

Tabla 5.7. Costo de instalación de máquinas

Descripción	Cantidad	Costo unitario (USD)	Sub-total (USD)	Costo Total (USD)
Alternativa A				0,0
-		0,0		
Alternativa B:				3.746,2
Breaker 30 amperio, doble polo, sobrepuesto	1	12,0	12,0	
Cable de potencia AWG1/0 (19 hilos)	60 metros	4,4	264,0	
Tubería galvanizada ASTM 1 1/4"	7 tubos	38,4 tubo	268,8	
Tubería galvanizada ASTM 1 "	3 tubos	28 tubo	84,0	
Tubería negra cd 40 sin costura 1"	40 metros	3,3 metro	132,0	
Accesorios galvanizados 1 1/4":	-			
nudo	14	3,0	42,0	
codo	14	1,2	16,8	
válvula	2	16,6	33,2	
Accesorios galvanizados 1 ":				
nudo	8	0,9	7,2	
codo	8	2,8	22,4	
válvula	2	11,9	23,8	
Accesorios cd40:				
codo soldable	16	1,0	16,0	
válvula	2	12,0	24,0	
Mano de obra externa especializada	2	800,0	1.600,0	
Mano de obra interna	4	300,0	1.200,0	
Alternativa C:				7.337,3
Breaker 30 amperio, doble polo, sobrepuesto	3	12,0	36,0	
Breaker 200 amperios, doble polo, sobrepuesto	1	396,0	396,0	
Cable de potencia AWG1/0 (19 hilos)	120 metros	4,4	528,0	

continua...

Tubería galvanizada ASTM 1 1/4"	18 tubos	38,4 tubo	691,2
Tubería galvanizada ASTM 1 "	7 tubos	28 tubo	196,0
Tubería negra cd 40 sin costura 1"	90 metros	3,3 metros	297,0
Accesorios galvanizados 1 1/4":	-		
nudo	25	3,0	75,0
codo	20	1,2	24,0
valvula	3	16,6	49,8
Accesorios galvanizados 1 ":			
nudo	14	0,9	12,6
codo	14	2,8	39,2
valvula	5	11,9	59,5
Accesorios cd40:			
codo soldable	20	1,0	20,0
válvula	4	12,0	48,0
Mano de obra externa	2	800,0	1.600,0
Riel	72 metros	20,0	1.440,0
Ángulos 1 1/2" x 1/4"	14 tiras	19 tira	
Platinas 1" x 1/4"	10 tiras	8,7 tira	
Palillos de soldadura	10kg	2,5 por kg	25,0
Mano de obra interna	6	300,0	1.800,0

Costos de beneficios adicionales a trabajadores

Otros costos que se generan, son los beneficios que la Empresa tiene para sus empleados como son transportación, meriendas y uniformes. Estos costos se muestran en la tabla 5.8.

Tabla 5.8. Costos por beneficios adicionales a trabajadores

Descripción	Valor Unitario (USD)	Requeridos	Unidades	Costo total (USD)
Alternativa A (total)				31.556,3
Expreso Adicional	18,0	832,0	recorridos al año	14.976,0
Refrigerio a personal (horas extras)	1,11	7.748,0	refrigerios al año	8.600,3
Almuerzo a personal adicional	1,3	4.940,0	almuerzos al año	6.422,0
Uniforme adicional	82	19,0	trabajador al año	1.558,0
Alternativa B (total)				21.823,3
Expreso Adicional	18,0	416,0	recorridos al año	7.488,0
Refrigerio a personal (horas extras)	1,11	4.212,0	refrigerios al año	4.675,3
Almuerzo a personal adicional	1,3	5.980,0	almuerzos al año	7.774,0
Uniforme adicional	82	23,0	trabajador al año	1.886,0
Alternativa C (total)				9.631,0
Expreso Adicional	18,0	104,0	recorridos al año	1.872,0
Refrigerio a personal (horas extras)	1,11	936,0	refrigerios al año	1.039,0
Almuerzo a personal adicional	1,3	4.160,0	almuerzos al año	5.408,0
Uniforme adicional	82	16,0	trabajador al año	1.312,0

Los resultados mostrados en la tabla 5.8 están detallados en los apéndices I, J, K y L.

A estos costos, similar a los de mano de obra, también lo debemos proyectar a 10 años para poder compararlos con la inversión en las máquinas. En la tabla 5.9 se muestra el resumen.

Tabla 5.9. Resumen de costos de beneficios adicionales a trabajadores

Alternativa	(1) Total (2004 y 2005) USD	(2)=(1)x8 años USD	(3)=(1)+(2) Costo Total (USD)
A	31.556,3	252.450,2	284.006,5
B	21.823,3	174.586,6	196.409,9
C	9.631,0	77.047,7	86.678,6

Finalmente si sumamos los costos para cada alternativa tendremos los costos de inversión en cada alternativa considerando lo que se debe gastar en 10 años de aplicada cualquiera de las alternativas.

En resumen los costos requeridos para las diferentes alternativas se describen en la tabla 5.10, los resultado mostrados son calculados de la suma de los costos de mano de obra, maquinaria, instalación y otros beneficios.

Tabla 5.10. Resumen de Costo por Alternativa

Descripción	Alternativas (USD)		
	A	B	C
Mano de Obra	892.539,95	775.446,95	433.586,59
Maquinaria	0,0	139.500,0	310.900,0
Instalación de Maquinaria	0,0	3.746,2	7.337,3
Otros beneficios (expreso, uniformes, refrigerios, etc.)	284.006,5	196.409,9	86.678,6
Total	1.176.546,47	1.115.103,03	838.502,53

5.2. Selección de la propuesta de mejoras para el Proceso Montaje

Como herramienta de selección se utilizará un análisis multicriterio concretamente se aplicará el modelo del SCORING. Este método es una manera rápida y sencilla para identificar la alternativa preferible. Según este método tenemos que:

- *Identificar la meta General del Problema:* necesitamos determinar la mejor alternativa.
- *Identificar las alternativas:* el presente estudio ha determinado tres alternativas A, B, C.
- *Listar los criterios a emplear en la toma de decisiones:* para el análisis se ha creído conveniente tener los siguientes criterios:
 - Costos.
 - Dificultad de implantación.
 - Flexibilidad a largo plazo.
 - Calidad en el producto.
- *Asignar una ponderación cada uno de los criterios.* Se asignan la siguiente escala de ponderación
 - 1 = muy baja importancia.
 - 2 = baja importancia.
 - 3 = media importancia.
 - 4 = alta importancia.
 - 5 = muy alta importancia.

De acuerdo a la escala se procede a ponderar cada criterio. Se da una ponderación de 5 (muy alta importancia) al criterio de los costos menores porque una de las razones de ser de una empresa es ser rentable en el tiempo lo cual implica que gaste sólo lo mínimo necesario. La dificultad de la implantación recibe una ponderación de 3 (importancia media) porque con la experiencia de la Empresa, las comunicaciones y transportación actuales no abrían mayores inconvenientes en adquirir e instalar máquinas. Se da una calificación de 4 porque es muy importante que la empresa a futuro tenga flexibilidad en cuanto a la capacidad instalada se refiere, por eventuales incrementos de demanda que no contempla el presente estudio. De igual modo se pondera con un 4 a la calidad del producto debido a que la competencia del mercado exige que permanentemente se mejore el producto para satisfacer y garantizar la confianza de los clientes. Las ponderaciones asignadas se muestran en la tabla 5.11.

Tabla No. 5.11. Ponderación de criterios

Criterios	Ponderación
Costos	5
Dificultad de implantación	3
Flexibilidad a largo plazo	4
Calidad en el producto	4

- *Calificar en cuanto satisface cada alternativa a cada criterio:*

Luego de establecidos las ponderaciones para los criterios se determina la calificación de satisfacción para lo cual se establece la siguiente escala. 1 = extra bajo; 2 = muy bajo; 3 = bajo; 4 = poco bajo; 5 = medio; 6 = poco alto; 7 = alto; 8 = muy alto; 9 = extra **alto**.

La alternativa A es la mas costosa por lo que. Es la más fácil de implementar porque sólo requiere mayor cantidad de personal. Tiene flexibilidad media porque de requerirse mayor producción queda todavía la opción de incrementar un tercer turno y finalmente la calidad del producto con esta alternativa no ha cambiado con la actual, es decir sigue siendo mejor que la competencia. Por lo expuesto se da la calificación de 4, 9, 5 y 6 para los criterios (ver tabla 5.12).

Por otro lado la alternativa B no es la más costosa pero tampoco la más barata. Es un menos fácil que implementar que la alternativa anterior debido a que requiere maquinaria. Tiene una flexibilidad un poco alta debido a que con las máquinas y mejoras se alcanza mayor capacidad productiva que la alternativa A. La calidad presentará mejoras por los cambios en el corte de placa y el armado automático de grupos. Se la califica con 7, 6, 6, 7 respectivamente.

Finalmente la alternativa C, es la más económica. No es tan fácil su implementación porque requiere mayor cantidad de máquinas que la alternativa anterior. De las alternativas es la que mayor flexibilidad tiene debido a que con el incrementote una línea de producción quedan libres las alternativas de turnos adicionales de trabajo que en determinado incremento de demanda se pudieran utilizar. La calidad del producto se mejora en igual proporción que la alternativa B ya que se han corregido los mismas etapas del proceso. Se le asigna una calificación de 9, 4, 8 y 7 (ver tabla 5.12).

Tabla 5.12. Calificación de satisfacción

Criterios	A	B	C
Costos menores	4	7	9
Facilidad de implantación	9	6	4
Flexibilidad a largo plazo	5	6	8
Calidad en el producto	6	7	7

- *Calcular el score para cada alternativa:*

El cálculo del score para cada alternativa se obtienen de la suma de la multiplicación de la ponderación por la calificación de satisfacción y se muestra en la tabla 5.13.

Tabla 5.13. Cálculo del score.

Criterios	Ponderación	A	B	C
Costos menores	5	4	7	9
Dificultad de implantación	3	9	6	4
Flexibilidad a largo plazo	4	5	6	8
Calidad en el producto	4	6	7	7
Score		91	98	135

$$\text{ScoreA} = (5 \times 4) + (3 \times 9) + (4 \times 5) + (4 \times 6) = 91$$

$$\text{ScoreB} = (5 \times 7) + (3 \times 6) + (4 \times 6) + (4 \times 7) = 98$$

$$\text{ScoreC} = (5 \times 9) + (3 \times 4) + (4 \times 8) + (4 \times 7) = 135$$

Según el método utilizado la alternativa con mayor score es la que se recomienda seleccionar. Por lo tanto la alternativa C con un score de 135 puntos es la que se recomienda implementar.

Confirmando esta decisión debemos tener presente que la adquisición de máquinas no solamente satisface los niveles productivos futuros demandados sino que potencializa la producción en el sentido de que aumentan la capacidad productiva del área y mejora la calidad de su producto eliminando defectos al automatizar el corte de placas y la soldada de grupos. Además al independizar una tercera línea se aprovechará al 100% las máquinas de la línea No.2 ya que no serán compartidas con la soldadora manual.

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al terminar el presente estudio toca sintetizar las conclusiones a las que hemos llegado de manera que describan de forma clara y resumida los resultados obtenidos.

6.1. Conclusiones

Entre las conclusiones debemos citar las siguientes:

- El proceso de fabricación de baterías automotrices está conformado por los siguientes procesos: el de materia prima en donde se preparan cajas y se alista el material a ser transformado en baterías; el proceso fundición en el cual se funde el plomo para hacer las rejillas; el proceso óxido de plomo en el cual las barras de plomo se transforman en óxido; el proceso de empastado en donde se rellenan las rejillas para

fabricar las placas; el proceso montaje en el que se ensamblan las partes de la batería, el proceso carga en donde se acumula electricidad en la batería mediante un proceso electroquímico y finalmente el proceso despacho en donde se alistan las baterías con etiquetas para ser despachadas a los distribuidores.

- En el 2003 la empresa estudiada fabricó 231.326 baterías al año. Este estudio ha considerado el 2003 como fecha actual debido a que el estudio de demanda se lo realiza al finalizar el año 2003. Por lo tanto, se ha tenido que proyectar los datos para el 2004 y 2005.
- Teniendo como referencia los datos estadísticos del 2001 al 2003, se pudo determinar que en el 2004 la demanda de las baterías que fabrica la Empresa llegarán a las 261.262 baterías al año, es decir, con un incremento del 12,9% al año aproximadamente con respecto al año anterior.
- Adicionalmente en el 2005 la Empresa aspira entrar a competir a Venezuela y Colombia con 5.000 baterías adicionales por mes, lo que en el 2005 produciría un

incremento significativo a 336.607 baterías al año, es decir, un incremento del 45,5% comparado con la demanda del 2003.

- La capacidad real actual del proceso montaje es 200.124 baterías al año, trabajando 8 horas diarias durante 22 días al mes. Sin embargo la demanda actual es 231.329 baterías al año. Esta diferencia es cubierta por las horas extras que se hacen a la semana. Esta situación nos indica claramente que el proceso está excediendo su capacidad real instalada (bajo la condición de laborar un sólo turno de 8 horas diarias).
- Comparando la cantidad de baterías que se demandaron en el 2003 con la que se espera se demande en el 2004 y en el 2005 observamos que la Empresa tendría que fabricar 29.933 baterías adicionales en el 2004 y 105.278 baterías adicionales en el 2005.
- En el análisis del proceso montaje se determinan tres alternativas de mejoras. La alternativa A que plantea únicamente cubrir la demanda con el aumento de las horas de trabajo, en esta alternativa no se considera ninguna mejora al proceso. La alternativa B plantea la automatización de las

máquinas de puesta de sobres, la adquisición de nuevas máquinas como la cortadora de placas y la máquina de armado de grupos, en esta alternativa también se considera trabajar horas adicionales aunque en menor cantidad que la alternativa anterior por el mejoramiento en rendimiento propuesto. Finalmente la alternativa C plantea de igual manera la automatización de las máquinas de puesta de sobres, la adquisición de la máquina cortadora de placas y además la adquisición de máquinas para agregar una tercera línea de producción.

- Con el análisis de costos se determinó que la alternativa C era la más económica. Aparentemente esta alternativa era la más costosa por la cantidad de máquinas que se requería comprar, sin embargo, a largo plazo (10 años) resulta más económica porque la inversión se la hace sólo al inicio de la implementación de este proyecto, mientras que la inversión en la otra alternativa que considera aumento de las horas trabajadas se tendrá que realizar a lo largo de dicho lapso de tiempo.

- Además de los costos, se ha considerando como criterios de selección la dificultad de implementar cada alternativa, la flexibilidad futura de la alternativa en cuanto a capacidad se refiere y la incidencia en la calidad del producto. Con el análisis multicriterio se llega a la conclusión que la alternativa C es la más conveniente aplicar.
- Con la implementación de la alternativa C se espera se tenga una capacidad de fabricación en el proceso montaje de 351.936 baterías anuales trabajando 40 horas a la semana en un sólo turno de trabajo, con lo que se garantiza cubrir el incremento de demanda esperado y quedando un margen de capacidad de alrededor de 15.300 baterías.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda que si la fábrica quiere satisfacer tanto la demanda a nivel nacional esperada para el 2005 como los niveles que se esperan vender en Colombia y Venezuela tendrá que realizar el mejoramiento de su proceso productivo montaje.

- Deberá mejorar el proceso mediante la adquisición de una máquina cortadora de placas, la automatización de las máquina de puesta de sobres y con el incremento de una línea de producción. Aplicando esto se conseguirá satisfacer sin contratiempos la demanda del 2004 y la demanda del 2005 con sólo turno de producción. Queda disponible un margen de 15.300 baterías de producirse algún incremento en la demanda que este estudio no ha contemplado por la incertidumbre existente en la incertidumbre de la aparición de nuevos clientes.
- No se recomienda cubrir el incremento de demanda únicamente con el aumento de las horas de trabajo, en primer lugar porque a largo plazo esta alternativa resulta muy costosa, casi el 50% más de la alternativa C recomendada, en segundo lugar porque es necesario sacar el mejor provecho de los recursos que tiene la empresa y como se lo demostró es necesario un mejoramiento de los tiempos en los cuellos de botella de la líneas productivas para alcanzar el mejor rendimiento posible. Además de presentarse algún incremento inesperado en la demanda la empresa se verá obligada a incrementar en uno o hasta en dos turnos de producción

adicionales al actual, para evitar el incumplimiento de la ley ecuatoriana en lo que se refiere a las horas extras.

- Se recomienda implementar un sistema de extracción de polvo de plomo en las máquinas adquiridas para evitar la exposición a plomo de los trabajadores. Se recomienda además que este sistema sea conectado al que existe en la actualidad, para a su vez, también evitar contaminación ambiental.
- Finalmente, para la selección de las máquinas a adquirirse la Empresa deberá evaluar criterios de ergonomía y seguridad en miras de garantizar comodidad y seguridad a los operadores que las usarán.

APENDICE A
MERCADO DE BATERÍAS Y DEMANDA DE BATERÍAS
DE LA EMPRESA

Fecha	Mercado (Cantidad de baterías al mes)	Demanda mensual de baterías de la Empresa
ene-01	27.661	10.643
feb-01	28.543	6.875
mar-01	34.428	19.375
abr-01	21.179	15.006
may-01	64.150	24.043
jun-01	48.399	23.871
jul-01	33.258	19.766
ago-01	53.695	23.578
sep-01	49.808	20.072
oct-01	33.420	23.395
nov-01	39.623	14.752
dic-01	37.122	26.103
ene-02	36.328	8.928
feb-02	31.339	16.004
mar-02	33.328	16.812
abr-02	69.533	26.015
may-02	57.048	15.974
jun-02	39.091	15.896
jul-02	49.822	34.298
ago-02	21.275	10.908
sep-02	71.960	21.609
oct-02	36.621	21.044
nov-02	34.547	22.116
dic-02	39.655	21.535
ene-03	29.254	12.240
feb-03	40.308	15.400
mar-03	36.226	21.661
abr-03	43.422	12.378
may-03	19.049	11.958
jun-03	32.334	12.085
jul-03	59.456	32.299
ago-03	48.268	15.560
sep-03	63.547	41.146
oct-03	46.159	24.466
nov-03	28.471	16.167
dic-03	32.408	15.963

APENDICE A
MERCADO DE BATERÍAS Y DEMANDA DE BATERÍAS
DE LA EMPRESA

Fecha	Mercado (Cantidad de baterías al mes)	Demanda mensual de baterías de la Empresa
ene-01	27.661	10.643
feb-01	28.543	6.875
mar-01	34.428	19.375
abr-01	21.179	15.006
may-01	64.150	24.043
jun-01	48.399	23.871
jul-01	33.258	19.766
ago-01	53.695	23.578
sep-01	49.808	20.072
oct-01	33.420	23.395
nov-01	39.623	14.752
dic-01	37.122	26.103
ene-02	36.328	8.928
feb-02	31.339	16.004
mar-02	33.328	16.812
abr-02	69.533	26.015
may-02	57.048	15.974
jun-02	39.091	15.896
jul-02	49.822	34.298
ago-02	21.275	10.908
sep-02	71.960	21.609
oct-02	36.621	21.044
nov-02	34.547	22.116
dic-02	39.655	21.535
ene-03	29.254	12.240
feb-03	40.308	15.400
mar-03	36.226	21.661
abr-03	43.422	12.378
may-03	19.049	11.958
jun-03	32.334	12.085
jul-03	59.456	32.299
ago-03	48.268	15.560
sep-03	63.547	41.146
oct-03	46.159	24.466
nov-03	28.471	16.167
dic-03	32.408	15.963



APENDICE B
CÁLCULO DEL ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN EN MÁQUINAS
DE SOBRES

Sobres									
Cálculo	Descripción	Cant. de Personas*	Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3		
				Horas-Hombres		Horas-Hombres		Horas-Hombres	
	Velocidad de máquina (baterías/hora)*		61,5		70		61,5		
a	ET		160		160		160		
b		(baterías al mes)		9842		11200		9842	
	HPP	Mantenimiento programado*	2	10	20	14	28	10	20
		Preparación de máquina*	2	4	8	4	8	4	8
		Puesta de Rollo*	2	8	16	8	16	8	16
		Puesta de Placas*	2	8	16	8	16	8	16
		Limpieza*	2	5	10	5	10	5	10
		Sub-total		35	70	39	78	35	70
c	%HPP (%)		21,9		24,4		21,9		
d	HNP (Horas)	3	125,0	3	121,0	3	125,0		
e	%HNP (%)		78,1		75,6		78,1		
	HPNP				2		3		
f	Rendimiento (%)		76,9		74,4		76,3		
g	ER (baterías por mes)		7566		8330		7505		
h	MOP			0,0496		0,0436		0,0500	
i	MONP			0,0093		0,0094		0,0093	

* Datos obtenidos del histórico en la fábrica de baterías

A continuación el ejemplo del cálculo para la máquina 1:

$$a = \frac{40 \text{ horas}}{\text{semana}} \times \frac{4 \text{ semanas}}{1 \text{ mes}} = 160 \text{ horas por mes}$$

$$b = \frac{61,5 \text{ baterías}}{\text{hora}} \times \frac{160 \text{ horas}}{1 \text{ mes}} = 9.842 \text{ baterías por mes}$$

$$d = 160 \text{ horas por mes} - 35 \text{ horas por mes} = 125 \text{ horas por mes}$$

$$e = 100\% - 21,9\% = 78,1\%$$

$$f = 78,1\% \left(1 - \frac{2}{123} \right) = 76,9\%$$

$$g = 76,9\% \times 9.842 \text{ baterías por mes} = 7566 \text{ baterías por mes}$$

$$h = \frac{3 \text{ personas} \times 125 \text{ horas netas programadas}}{7.566 \text{ baterías por mes}} = 0,0496 \text{ horas - hombre / batería}$$

$$i = \frac{2 \text{ personas} \times 12 \text{ horas mantenimiento program.}}{7.566 \text{ baterías por mes}} = 0,0093 \text{ horas - hombre / batería}$$



CIB-ESPOL

$$c = \frac{35 \text{ horas}}{160 \text{ horas}} = 21,9\%$$

APENDICE C
CÁLCULO DEL ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN EN MÁQUINAS SOLDADORAS
DE GRUPOS

Soldadora de Grupos								
Cálculo	Descripción	Cant. de Personas*	Línea No.1		Línea No.2		Línea Manual	
				Horas-Hombres		Horas-Hombres		Horas-Hombres
	Velocidad de máquina (baterías/hora)*		90		55		11	
ET	Horas al mes		160		160		160	
	(baterías al mes)		14400		8800		1760	
HPP	Mantenimiento programado*	2	10	20	16	32	0	0
	Preparación de máquina*	2	8	16	12	24	12	24
	Cambio de molde*	2	6	12	10	20	3	6
	Limpieza*	2	5	10	7	14	2	4
	Sub-total		29		45		17	
%HPP	(%)		18,1		28,1		10,6	
HNP	(Horas)	3	131,0	2,0	115,0	2,0	143,0	
%HNP	(%)		81,9		71,9		89,4	
HPNP	Mantenimiento correctivo		2		2		3	
Rendimiento	(%)		80,6		70,6		87,5	
ER	(baterías por mes)		11610		6215		1540	
MOP				0,0339		0,0370		0,1857
MONP				0,0050		0,0145		0,0221

* Datos obtenidos del histórico en la fábrica de baterías



CIB-ESPOL

APENDICE D
CÁLCULO DEL ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN EN SOLDADO ELÉCTRICO

Soldado eléctrico						
Cálculo	Descripción	No. De Personas*	Línea No.1		Línea No.2	
				Horas-Hombres		Horas-Hombres
	Velocidad de máquina (baterías/hora)*		80		80	
ET	Horas al mes		160		160	
	(baterías al mes)		12800		12800	
HPP	Mantenimiento programado*	2	3	6	2	4
	Preparación de máquina*	1	10	10	10	10
	Cambio de molde*	2	10	20	10	20
	Limpieza*	1	4	4	4	4
	Sub-total		27		26	
%HPP	(%)		16,9		16,3	
HNP	(Horas)	1	133,0	1,0	134,0	1,0
%HNP	(%)		83,1		83,8	
HPNP	Mantenimiento correctivo		2		2	
Rendimiento	(%)		81,9		82,5	
ER	(baterías por hora)		10480		10560	
MOP				0,0127		0,0127
MONP				0,0038		0,0036

* Datos obtenidos del histórico en la fábrica de baterías



CIB-ESPOL

APENDICE E
CÁLCULO DEL ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN EN MÁQUINAS DE
PEGADO TÉRMICO

Pegado Térmico						
Cálculo	Descripción	No. De Personas*	Línea No.1		Línea No.2	
				Horas-Hombres		Horas-Hombres
	Velocidad de máquina (baterías/hora)*		80		80	
ET	Horas al mes		160		160	
	(baterías al mes)		12800		12800	
HPP	Mantenimiento programado*	2	3	6	1	2
	Preparación de máquina*	1	12	12	12	12
	Cambio de molde*	2	10	20	10	20
	Limpieza*	1	18	18	18	18
	Sub-total		43		41	
%HPP	(%)		26,9		25,6	
HNP	(Horas)	1	117,0	1,0	119,0	1,0
%HNP	(%)		73,1		74,4	
HPNP	Mantenimiento correctivo		2		2	
Rendimiento	(%)		71,9		73,1	
ER	(baterías por mes)		9200		9360	
MOP				0,0127		0,0127
MONP				0,0061		0,0056

* Datos obtenidos del histórico en la fábrica de baterías



CIB-ESPOL

APENDICE F
CÁLCULO DE CAPACIDAD ANUAL DE PRODUCCIÓN POR LÍNEA

Capacidad máxima por línea			
Descripción	línea No.1	línea No.2	línea Manual
Días al año	365	365	365
Días al año no trabajados*	9	9	9
a Días disponibles al año**	356	356	356
Horas disponibles al año			
Línea No.1 (24 horas por día)	8.544	5.340	3.204
Línea No.2 (15 horas por día)			
b Línea No. Manual (9 horas por día)			
Horas de paro programados***	348	540	204
c Horas netas	8.196	4.800	3.000
Velocidad de línea (baterías/hora)****	80	55	11
d Cantidad de baterías por año	655.680	264.000	33.000

*Según legislación

**Determinado por política de la empresa (sin domingos, ni la mitad de sábados al año)

***Dato proporcionado por el histórico de la Empresa (se lo obtiene del estándar Anexo C ya que la velocidad de la línea está determinado por la máquinas soldadora de grupos. Ejemplo línea No. 1: 29 horas mensuales de paro programado x12 meses)

****Velocidad teórica ver Anexo C

A continuación se muestra el como ejemplo el cálculo de capacidad para la línea No.1:

$$a = 365\text{días} - 9\text{días} = 356\text{días disponibles al año}$$

$$b = \frac{24\text{horas}}{\text{día}} \times 356\text{días al año} = 8.544\text{horas al año}$$

$$c = 8.544\text{horas disponibles} - 348\text{horas de paro programado} = 8.196\text{horas netas}$$

$$d = 8.196\text{horas} \times \frac{80\text{baterías}}{\text{hora}} = 655.680\text{baterías al año}$$



APENDICE G
CÁLCULO DE CAPACIDAD REAL ANUAL DE PRODUCCIÓN POR LÍNEA

Capacidad real por línea			
Descripción	línea No.1	línea No.2	línea Manual
Días al año	365	365	365
Días al año no trabajados*	9	9	9
Días no laborados**	78	78	78
Días disponibles al año	278	278	278
Horas disponibles al año			
Línea No.1 (8 horas por día)	2.224		
Línea No.2 (5 horas por día)		1.390	
Línea No. Manual (3 horas por día)			834
Horas de paro programados***	348	540	204
Horas de paro no programados****	24	24	36
a Horas netas	1.852	826	594
Velocidad de línea (baterías/hora)**	80	55	11
Cantidad de baterías por año	148.160	45.430	6.534

*Según legislación

**Determinado por política de la empresa (sin domingos, ni la mitad de sábados al año)

***Dato proporcionado por el histórico de la Empresa (se lo obtiene del estándar

Anexo C ya que la velocidad de la línea está determinado por la máquinas soldadora de grupos. Ejemplo línea No. 1: 29 horas mensuales de paro programado x12 meses)

****Dato proporcionado por el histórico de la Empresa (se lo obtiene del estándar

Anexo C. Ejemplo línea No. 1: 2 horas mensuales mantenimiento correctivo x12 meses)

Horas netas para la Línea No. 1

a = 2.224horas disponibles real – 348horas de paro programado –

24 horas de paro no programado s = 1.852 horas netas

APENDICE H
CÁLCULO DE CAPACIDAD MÁXIMA ANUAL PARA MÁQUINAS DE SOBRES

Capacidad máxima sobres			
Descripción	Máquina No.1	Máquina No.2	Máquina No.3
Días al año	365	365	365
Días al año no trabajados (legal)	9	9	9
Días disponibles al año	356	356	356
Horas disponibles al año			
Linea No.1 (24 horas por día)			
Linea No.2 (15 horas por día)			
Linea No.Manual (9 horas por día)	8.544	8.544	8.544
Horas de paro programados*	420	468	420
Horas netas	8.124	8.076	8.124
Velocidad de máquina (baterías/hora)**	61,5	70	61,5
Cantidad de baterías por año	499.626	565.320	499.626

*Dato proporcionado por el histórico de la Empresa (se lo obtiene del estándar

Anexo B . Ejemplo máquina No. 1: 35 horas mensuales de paro programado x12 meses)

**Ver Anexo B

CÁLCULO DE CAPACIDAD REAL ANUAL PARA MÁQUINAS DE SOBRES

Capacidad real sobres			
Descripción	Máquina No.1	Máquina No.2	Máquina No.3
Días al año	365	365	365
Días al año no trabajados (legal)	9	9	9
Días no laboradoras (determinando por empresa)	78	78	78
Días disponibles al año	278	278	278
Horas disponibles al año			
Linea No.1 (8 horas por día)			
Linea No.2 (5 horas por día)			
Linea No.Manual (3 horas por día)	2.224	2.224	2.224
Horas de paro programados**	420	468	420
Horas de paro no programados	24	24	36
Horas netas	1.780	1.732	1.780
Velocidad de máquina (baterías/hora)**	61,5	70	61,5
Cantidad de baterías por año	109.497	121.240	109.497

*Dato proporcionado por el histórico de la Empresa (se lo obtiene del estándar

Anexo B . Ejemplo máquina No. 1: 35 horas mensuales de paro programado x12 meses)

**Ver Anexo B



CIB-ESPOL

APENDICE I
DETERMINACIÓN DE CANTIDAD DE REFRIGERIOS NECESARIOS

Descripción	(1) Horas extras semanales	(2) Días necesarios a la semana	(3) Cantidad de personas	(4)=(2)x(3) Cantidad de refrigerios a la semana	(5)=(4)x52semanas Cantidad de refrigerios al año
Alternativa A (total)					7748
2004					
Línea No.1	15,7	5	8	40	2080
Línea No. 2 y Manual	15,7	5	11	55	2860
Sobres	2,6	1	9	9	468
2005					
Línea No.1	0	0	8	0	0
Línea No. 2 y Manual	0	0	11	0	0
Sobres	15	5	9	45	2340
Alternativa B					4212
2004					
Línea No.1	8,7	3	9	27	1404
Línea No. 2 y Manual	8,7	3	12	36	1872
Sobres	0	0	0	0	0
2005					
Línea No.1	0	0	0	0	0
Línea No. 2 y Manual	0	0	0	0	0
Sobres	6,2	2	9	18	936
Alternativa C					936
2004					
Línea No.1	0	0	0	0	0
Línea No. 2 y Manual	0	0	0	0	0
Sobres	0	0	0	0	0
2005					
Línea No.1	0	0	0	0	0
Línea No. 2 y Manual	0	0	0	0	0
Sobres	6,2	2	9	18	936

(1) : dato obtenido de la tabla No. 5-2

(2) : trabajando entre 3 a 3,5 horas adicionales a la semana



CIB-ESPOL

APENDICE J
DETERMINACIÓN DE CANTIDAD DE RECORRIDOS DE
EXPRESOS NECESARIOS

Descripción	(1) Horas extras semanales	(2) Días necesarios a la semana	(3)=(2) Cantidad de recorrido s a la semana	(4)=(3)x52seman as Cantidad de refrigerios al año
Alternativa A (total)				832
2004				
Línea No.1	15,7	5	5	260
Línea No. 2 y Manual	15,7	5	5	260
Sobres	2,6	1	1	52
2005				0
Línea No.1	0	0	0	0
Línea No. 2 y Manual	0	0	0	0
Sobres	15	5	5	260
Alternativa B				416
2004				
Línea No.1	8,7	3	3	156
Línea No. 2 y Manual	8,7	3	3	156
Sobres	0	0	0	0
2005				0
Línea No.1	0	0	0	0
Línea No. 2 y Manual	0	0	0	0
Sobres	6,2	2	2	104
Alternativa C				104
2004				
Línea No.1	0	0	0	0
Línea No. 2 y Manual	0	0	0	0
Sobres	0	0	0	0
2005				
Línea No.1	0	0	0	0
Línea No. 2 y Manual	0	0	0	0
Sobres	6,2	2	2	104

(1) : dato obtenido de la tabla No. 5-2

(2) : trabajando entre 3 a 3,5 horas adicionales a la semana



CIB-ESPOL

APENDICE K
DETERMINACIÓN DE CANTIDAD DE ALMUERZOS
ADICIONALES NECESARIOS

Descripción	(1) Personas adicionales	(2) Días necesarios a la semana	(3)=(2) Cantidad de almuerzo a la semana	(4)=(3)x52semanas Cantidad de almuerzos al año
Alternativa A (total)				4940
2004				
Línea No.1	0	0	0	0
Línea No. 2 y Manual	0	0	0	0
Sobres	0	0	0	0
2005				
Línea No.1	8	5	40	2080
Línea No. 2 y Manual	11	5	55	2860
Sobres	0	0	0	0
Alternativa B				
2004				5980
Línea No.1	1	5	5	260
Línea No. 2 y Manual	1	5	5	260
Sobres	0	0	0	0
2005				
Línea No.1	9	5	45	2340
Línea No. 2 y Manual	12	5	60	3120
Sobres	0	0	0	0
Alternativa C				
2004				4160
Línea No.1	1	5	5	260
Línea No. 2 y Manual	7	5	35	1820
Sobres	0	0	0	0
2005				
Línea No.1	1	5	5	260
Línea No. 2 y Manual	7	5	35	1820
Sobres	0	0	0	0

(1) : dato obtenido de la tabla No. 5-2

(2) : trabajando entre 3 a 3,5 horas adicionales a la semana



CIB-ESPOL

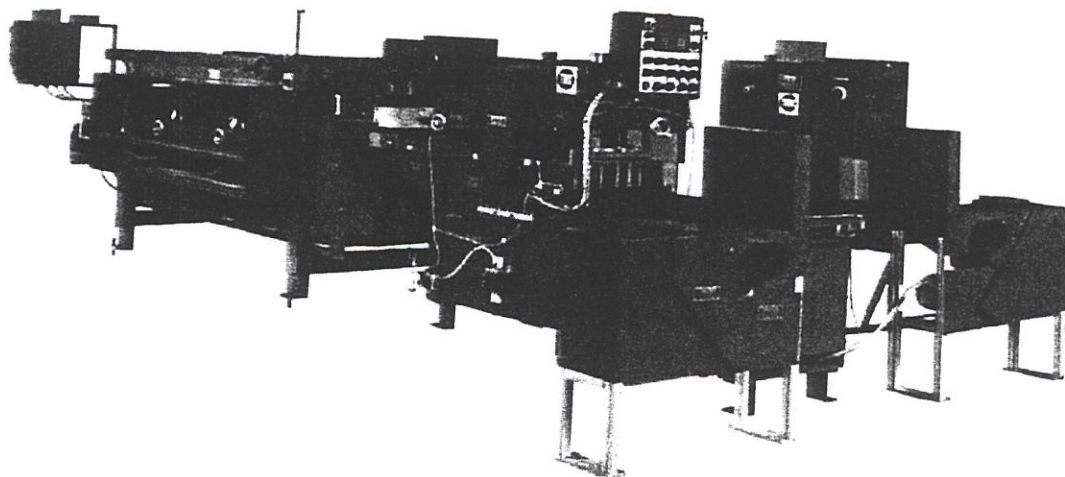
APENDICE L
DETERMINACIÓN DE CANTIDAD DE UNIFORMES
ADICIONALES NECESARIOS

Descripción	(1) Personas adicionales	(2)=(1)x1uniforme anual Cantidad de uniformes al año
Alternativa A (total)		19
2004		
Línea No.1	0	0
Línea No. 2 y Manual	0	0
Sobres	0	0
2005		
Línea No.1	8	8
Línea No. 2 y Manual	11	11
Sobres	0	0
Alternativa B		23
2004		
Línea No.1	1	1
Línea No. 2 y Manual	1	1
Sobres	0	0
2005		
Línea No.1	9	9
Línea No. 2 y Manual	12	12
Sobres	0	0
Alternativa C		16
2004		
Línea No.1	1	1
Línea No. 2 y Manual	7	7
Sobres	0	0
2005		
Línea No.1	1	1
Línea No. 2 y Manual	7	7
Sobres	0	0

(1) : dato obtenido de la tabla No. 5-2



APENDICE M "MAC PLATE-PREP SYSTEM"



"The MAC Plate-prep System is a cut above all other parting machines. Panel parting, lug cleaning (brushed and/or milled) and panel stacking are combined into one efficient operation. All controls are user friendly and easily accessible. The MAC Plate-prep System is engineered to handle either formed or unformed panels while reducing lead-in-air when connected to when connected to the proper air removal system. This machine is a must for providing ready-touse plates for the cast-on-strap"

Fuente: www.mac-eng.com



CIB-ESPO1