



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA
SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**TEMA
ESTANDARIZACIÓN Y MEJORAMIENTO EN LA
LÍNEA DE ENSAMBLE DE BATERÍAS DE LA
EMPRESA TECNOVA S.A.**

**AUTOR
SILVA URGILÉS EDGAR KENNETH**

**DIRECTOR DEL TRABAJO
ING. IND. SANTOS VÁSQUEZ OTTO BENJAMÍN Msc.**

**2015
GUAYAQUIL – ECUADOR**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

SILVA URGILÉS EDGAR KENNETH
C.I. # 0926335985

DEDICATORIA

A Dios, verdadera fuente de amor y sabiduría.

A mis padres Edgar y Rosita por haber sido mis pilares fundamentales en mi vida, por el apoyo incondicional que me brindaron para poder culminar mis estudios. Que con sus sabios consejos me han guiado por el sendero de la vida iluminándome, los dos que llegaron a quererme y a respetar mis decisiones con su amor y paciencia ganaron mi respeto, amor y admiración.

A mis hermanos Jennifer y Jeffrey por estar siempre presentes en mi vida y demostrarme su cariño. Gracias a ustedes he logrado concluir mi carrera y a construir la persona que ahora soy.

Edgar Silva Jr.

AGRADECIMIENTO

Una infinita gratitud a Dios por haberme dado el don de la sabiduría, para encaminar el rumbo de mis conocimientos.

A la Universidad de Guayaquil, porque en sus aulas recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial.

De manera muy especial al Director de Tesis el Ing. Ind. Otto Santos Vásquez y al Ing. Ind. Mauro Zea Heras por sus consejos y amistad.

ÍNDICE GENERAL

No.	Descripción	Pág.
	PRÒLOGO	1

INTRODUCCIÓN

No.	Descripción	Pág.
	Tema	2
	Objeto de la Investigación	3
	Serigrafía	3
	Máquina de Ensobrado	4
	Línea de Ensamble de Baterías	5
	Campo de Acción	6
	Antecedentes	8
	Justificativo	8
	Objetivos	9
	Objetivo General	9
	Objetivos Específicos	9

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

No.	Descripción	Pág.
1.1.	Fundamento Conceptual	10
1.2.	Fundamento Histórico	11

No.	Descripción	Pág.
1.3.	Fundamento Ambiental	12
1.4.	Fundamento Legal	13
1.5.	Fundamento Referencial	13
1.6.	Datos de la Empresa	14
1.6.1.	Descripción de la Empresa	14
1.6.2.	Declaración de Identidad	15
1.6.3.	Localización	15
1.6.4.	Identificación con el CIU	16
1.7.	Política Empresarial	16
1.7.1.	Política del Sistema de Gestión Integrado (SGI)	16
1.7.2.	Objetivos del Sistema de Gestión Integrado (OSGI)	17
1.8.	Misión y Visión	17
1.8.1.	Misión	17
1.8.2.	Visión	17
1.8.3.	Valores Organizacionales	18
1.9.	Estructura Administrativa	18
1.9.1.	Jerarquización y Departamentalización	18
1.9.2.	Organigrama de la Empresa	20
1.9.3.	Organigrama de Planta	20
1.9.4.	Organigrama General	21
1.10.	Recursos Productivos	21
1.10.1.	Recursos Humanos	21
1.11.	Recursos Materiales	22
1.11.1.	Descripción de Materiales utilizados	22
1.11.1.1.	El Plomo	22
1.11.1.2.	Tipos de Plomo	23
1.11.1.3.	Óxido de Plomo	24
1.11.1.4.	Sobres Separadores	25
1.11.1.5.	Cajas o cajones y tapas	26

No.	Descripción	Pág.
1.11.1.6	Electrolito	28
1.11.1.7	Recursos maquinarias y equipos	30

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

No.	Descripción	Pág.
2.1.	Distribución de Planta	32
2.2.	Recursos Productivos	34
2.3.	Descripción de Procesos	34
2.4.	Capacidad Instalada de Producción Línea 3 Batek (Kraken)	41
2.4.1.	Diagrama de Proceso de Operación	42
2.4.2.	Diagrama Hombre - Máquina	42
2.4.3.	Sistema Westinghouse de Valoración	43
2.4.4.	Estimación de Tolerancias	44
2.4.5.	Diagrama de Flujo de Proceso	45
2.4.6.	Diagrama de Recorrido	45
2.5.	Cálculos de Proceso de Operación	46
2.5.1.	Funcionamiento de la máquina Batek (Kraken) C.O.S.	46
2.5.1.1.	Cálculos de producción × hora de máquina Tekmax 2000	48
2.5.1.2.	Cálculos de Velocidad de la máquina Batek (Kraken)	48
2.6.	Análisis y Diagnóstico de problemas	53
2.6.1.	Registro de problemas que se presentan en el proceso	53
2.6.2.	Análisis de datos e identificación de problemas	54
2.6.2.1.	Análisis de Pareto	59

No.	Descripción	Pág.
2.6.2.2.	Análisis de causa y efecto del problema principal	61
2.6.2.2.1.	Problemas de Soldado eléctrico en Línea N° 3 (Kraken)	62
2.6.2.3.	Análisis de los costos de Producción	66
2.6.2.4.	Diagrama Causa - Efecto	69
2.6.3.	Impacto Económico de problemas	70
2.6.4.	Análisis de capacidad del proceso de montaje	72
2.6.4.1.	Análisis del método actual del proceso de montaje	72
2.6.4.2.	Cálculo de capacidad de Línea 3 (Kraken)	73

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

No.	Descripción	Pág.
3.1.	Planteamiento de Alternativas de Solución a problemas	75
3.1.1.	Alternativa de Solución “A”	75
3.1.2.	Alternativa de Solución “B”	78
3.1.2.1.	Diseño de electrodo para máquina Soldadora eléctrica	83
3.2.	Costos de las alternativas de Solución	84
3.2.1.	Costos de la alternativa de solución “A”	84
3.2.2.	Costos de la alternativa de solución “B”	86
3.3.	Ventajas y Desventajas	87
3.4.	Evaluación y Selección de la alternativa	88
3.5.	Factibilidad de la Propuesta Seleccionada	93
3.6.	Conclusiones	93
3.7.	Recomendaciones	94
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	95
	ANEXOS	96
	BIBLIOGRAFÍA	111

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Pág.
1	Personal operativo del área de serigrafía	4
2	Personal Operativo de máquina de ensobrado	4
3	Personal operativo de montaje (ensamble de baterías)	5
4	Cálculo de capacidad de producción mensual por línea	6
5	Identificación con el CIIU	16
6	Personal operativo de Planta	22
7	Dimensiones de cajas por tipo de grupo	26
8	Límites de control de proceso en Despacho	28
9	Densidad, estado de carga y voltaje de una baterías	30
10	Maquinarias utilizadas en la producción	31
11	Cantidad de trabajadores	34
12	Programa de carga por tipo de batería	40
13	Capacidad instalada de línea No.3 (Kraken)	42
14	Sistema Westinghouse de valoración	43
15	Valoración de actuación de operador	44
16	Estimación de tolerancias	45
17	Tiempos de proceso en máquina Batek Kraken	47
18	Horas improductivas de la máquina Batek	52
19	Horas disponibles en máquina Kraken semanalmente	57
20	Horas disponibles en máquina Kraken anualmente	57
21	Causas de horas máquinas improductivas en C.O.S. Batek año 2014 (Enero)	58
22	Cálculo de capacidad Real anual de producción de Línea No.3 (Kraken)	59
23	Análisis de frecuencia de tiempos improductivos Línea No.3 (Kraken)	60

No.	Descripción	Pág.
24	No conformidades en soldado eléctrico	63
25	Garantías mensuales de baterías a nivel nacional	64
26	Causas principales por la que ocurre una Garantía	65
27	Cálculo de los costos de materia prima de la BA's 42 HP	67
28	Cálculo del costo general de fabricación de BA's 42 HP	68
29	Costo por tipo de batería por problema de Garantía	69
30	Pérdidas durante el año 2014	71
31	Costos Indirectos de Producción	71
32	Capacidad máxima de la Línea No.3 (Kraken)	74
33	Capacidad Real de Línea No.3 (Kraken)	74
34	Cuadro de días extras de trabajo	76
35	Capacidad real de Línea No.3 (Kraken) C.O.S.	77
36	Aumento de producción con máquina de dos cabezales	79
37	Costo de la mano de obra de las 7 personas	85
38	Costo de inversión en la máquina de soldado eléctrico	87
39	Ventajas al cambiar la máquina de Soldado Eléctrico y desventajas al contratas personas	88

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Descripción	Pág.
1	Diagrama de flujo del área de montaje	7
2	Servicio Automotriz	15
3	Tecnova Planta	16
4	Organigrama General	21
5	Plomo en Lingotes	24
6	Sobre Separador	25
7	Cajas o cajones	27
8	Tapas	27
9	Ácido o Electrolito	29
10	Distribución de Planta Tecnova S.A.	32
11	Rejilladora	36
12	Planta de Óxido Ball Mill	37
13	Empastadora	38
14	Proceso y sub-proceso en ensamble de baterías	39
15	Tinas de carga	41
16	Funcionamiento de la máquina Batek Kraken	46
17	Esquema de trabajo de la Línea 3 (Kraken)	50
18	Electrodo Cu-Cr de soldado eléctrico	55
19	Soldado eléctrico incorrecto y correcto	63
20	Soldadora Eléctrica actual	78
21	Máquina soldadora eléctrica equipada con dos cabezales	80
22	Datos técnicos del transformador de los Cabezales	81
23	Panel Touch Cabezal #1 y #2	82
24	Electrodo para máquina soldadora eléctrica	84

ÍNDICE DE GRÁFICOS

No.	Descripción	Pág.
1	Diagrama de Pareto	60
2	Porcentaje de garantías en el año 2014	64
3	Diagrama de Pareto de las garantías año 2014	65

ANEXOS

No.	Descripción	Pág.
1	Organigrama de Planta	97
2	Diagrama de Flujo de Proceso de Operación	98
3	Diagrama Hombre - Maquina	99
4	Diagrama de Flujo de Proceso	100
5	Diagrama de Recorrido de Planta Tecnova S.A.	101
6	Análisis de métodos y tiempos de trabajo, estación Pre-ensamble	102
7	Diagrama Causa - Efecto	103
8	Registro de Novedades 2014	104
	Registro de Novedades 2014	105
	Registro de Novedades 2014	106
9	Registro de Mantenimiento Programado 2014	107
10	Registro de Mantenimiento Programado diario enero 2014	108
11	Registro anual de garantías 2014	109
12	Registro de Producción 2014	110

AUTOR : SILVA URGILES EDGAR KENNETH
TÍTULO : ESTANADARIZACION Y MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA PRODUCTIVO DE BATERÍAS EN LA EMPRESA TECNOVA S.A
DIRECTOR : ING. IND. SANTOS VÁSQUEZ OTTO BENJAMÍN Msc.

R E S U M E N

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo estandarizar y mejorar el proceso productivo de las baterías en la empresa Tecnova S.A. – Bosch, la cual se desarrollará por medio de la realización de procedimientos de operación para cada uno de los procesos implicados como son: Soldado de grupos armados, soldado de puentes, termo sellado entre caja y tapa, soldado de los terminales, probadora de estanqueidad y codificado. A través de un estudio de todos los factores actuales que están involucrados en la fabricación de las baterías, se evidenció la necesidad que tiene la empresa, de ser más eficiente, optimizar los recursos, cumplir con los programas de producción, reducción de tiempos improductivos generados en el proceso de producción que perjudican directamente a la Empresa. En lo relacionado a operación de la máquinas se crearon lineamientos que permitan al trabajador operar de forma correcta y tener una fuente de apoyo que le ayude a tener un mejor desempeño en su área de trabajo, ejemplo: arranque de máquina, realizar cambio de molde, encajonar grupos armados, inspeccionar el producto, también se realizará en el trabajo de investigación un diagrama para que se tenga una guía específica de la operación.

PALABRAS CLAVE: Procesos, Baterías, Optimización, Rejillas, Estandarización, Rejilladoras, Codificadora, Sobres.

AUTHOR : SILVA URGILES EDGAR KENNETH
**SUBJECT : STANDARDIZATION AND IMPROVEMENT IN THE
ASSEMBLY LINE BATTERY COMPANY TECNOVA
S.A.**
DIRECTOR : IND. ENG. SANTOS VÁSQUEZ OTTO BENJAMÍN Msc.

ABSTRACT

The present research work has the objective to standardize the process the of battery production in Tecnova S.A. – Bosch; this will be developed by operation procedures in each area as: welding of armed groups, welding of bridges, heat sealing between box and lid, welding of terminals and encoding. Through a current study of all the actual factors that are involved in the battery production, and it made an evidence of the need that the Company has, to be more efficient, to optimize the resources, to accomplish the production program and to reduce the unproductive times in the process that affects directly to the Company. About the machine operation lineups were created, so the worker can operate in a correct way, having a support source that helps to the development of the area, for example: Startup machine, mold change, inspection of the product, a diagram of the research will be done so this will help to get the specific operation.

KEY WORDS: Processes, Battery, Optimization, Grids, Standardization, Rejilladoras, Envelopes, Coding.

PRÓLOGO

En el presente trabajo, Tesis titulada Estandarización y mejoramiento en la Línea de ensamble de baterías de la empresa Tecnova S.A., se estudiará y se analizará las actividades realizadas en la línea de ensamble para proponer mejoras o dar soluciones efectivas a los procesos productivos.

El estudio, está estructurado en los apartados convencionales que cualquier trabajo de investigación debe contener: introducción y justificación, objetivos, método, resultados, recomendaciones y conclusiones. Además se ha adjuntado el apartado de bibliografía y diferentes anexos que posteriormente comentaremos.

El ensayo está dividido en 3 capítulos: En el primer capítulo se pone de manifiesto los detalles de la empresa en estudio con el respectivo análisis de sus procesos productivos con la finalidad de conocer las actividades que se llevan a cabo para realizar dichos procesos y adicional conocer cuáles son los problemas que se generan en el área de ensamble de baterías que causan pérdidas de significativas durante el año, para así argumentar por medio de análisis cuales son las soluciones.

Fundamentando con el párrafo anterior, se ha fijado como objetivo general de esa investigación optimizar el sistema de producción en el área de ensamble de baterías que permita minimizar las pérdidas de tiempos improductivos o por falta de materia prima para iniciar la producción de baterías. Para posteriormente dar a conocer el análisis técnico económico de los resultados y de acuerdo a esos análisis dar las respectivas recomendaciones y conclusiones.

INTRODUCCIÓN

Tema

La finalidad del proyecto es llevar un control de producción diario por turno, se estandarizará la utilización de todas las máquinas de la línea de ensamble, se optimizará el tiempo de operación en el proceso de la elaboración de baterías, mediante el seguimiento de los lineamientos planteados a investigarse a continuación:

La línea de ensamble de baterías esta conforma por:

- Ensobrado
- Máquina Batek
- Soldado Eléctrico
- Termo Sellado Caja-Tapa
- Soldado de borne
- Comprobado de estanqueidad
- Codificación

Para llegar a este fin se aplicará diferentes tipos de herramientas orientadas a la estandarización de los procesos, realizando estudio de tiempos y métodos de trabajo para efectuar un mejoramiento tanto en eficiencia como en la productividad, empleando las buenas prácticas de manufactura para garantizar orden en los procesos de producción.

Posteriormente mediante Diagrama de Flujo de proceso y Análisis de Pareto se identificará los tiempos y problemas que representan costos a la empresa, este análisis se basará en la identificación de la restricción o cuello de botella.

Objeto de la Investigación

En la actualidad Tecnova S.A. está teniendo pérdidas significativas en el área de ensamble de baterías generado por el cuello de botella en Máquina Batek (Kraken) C.O.S. y soldado eléctrico por lo cual en el presente trabajo de investigación se vio la necesidad de estandarizar y mejorar los procesos productivos en el área de ensamble de baterías, principalmente el problema raíz inicia en la máquina Batek por daños en la bomba de inyección de Pb al molde, taponamiento de molde, mesa desnivelada, buje de terminales cortos, problemas con los botadores del molde.

De igual forma en la estación de trabajo Soldado eléctrico, existe problemas por desgaste de electrodos, rotura de tenazas por exceso de presión, problemas con la tarjeta madre y el supervisor de voltaje, lo cual genera horas de paro no programado y por ende horas improductivas a la línea de ensamble.

En la actualidad la empresa cuenta con 3 líneas de ensamble de baterías, en el presente trabajo de estudio se va a estandarizar y mejorar los procesos de producción para la línea 3 Máquina Batek (Kraken) C.O.S., en la línea operan 7 personas las cuales están repartidas en cada estación de trabajo.

Serigrafía

El área de Serigrafía cuenta con cuatro máquinas neumáticas marca Systematic Automation Inc., y con dos túneles de secado, la secuencia de pintado es la siguiente:

- 1) Color blanco
- 2) Color rojo

- 3) Color gris
- 4) Color azul

Después de pintar se utiliza el túnel secador para acelerar el secado de la serigrafía en la caja del color blanco y rojo el cual debe estar a una temperatura entre 180°C y 190°C, luego se palletiza las cajas con la base para arriba y se las traslada a montaje. (Ver CUADRO N°2).

CUADRO N° 1
PERSONAL OPERATIVO DEL ÁREA DE SERIGRAFÍA

SERIGRAFIA		
Máquinas	Colores	Operadores
Estación #1	Blanco	1
Estación #2	Rojo	1
Estación #3	Gris	1
Estación #4	Azul	1
Total		4

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Máquina de Ensobrado

El área de Ensobrado posee tres máquinas marca Tekmax 2000. La línea No.3 (Kraken) actualmente es abastecida por la máquina Sobres #5, por lo cual en el CUADRO N°3 se detalla el personal operativo que labora en dicha máquina. Una persona opera la máquina y los auxiliares son los encargados de armar los grupos según el tipo de batería a fabricar.

CUADRO N° 2
PERSONAL OPERATIVO DE MÁQUINA DE ENSOBRADO

Máquina Sobres #5	
Operador de máquina	1
Auxiliares	3
Total	4

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Línea de Ensamble de Baterías

CUADRO N° 3
PERSONAL OPERATIVO DE MONTAJE (ENSAMBLE DE BATERÍAS)

LINEA DE MONTAJE No.3	
Máquinas	Operadores
Máquina Batek (Kraken)	3
Soldado Eléctrico	1
Pegado Térmico	1
Soldado de Borne	1
Comprobador de fuga y codificadora	1
Total	7

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Entonces se sabe que para ensamblar una batería es necesario 15 personas en todo el proceso de ensamble, aparte sin citar el personal operativo que fabrica rejillas, el personal que trabaja en la empastadora y planta de óxido de plomo.

Dependiendo del tipo de batería que se vaya a fabricar en Montaje (ensamble de baterías), se fabrica rejillas y de la misma manera se empasta (placas positivas o negativas), luego pasa a los cuartos de curado para realizar el respectivo curado de placas en un periodo de 48 horas.

En 2010 la empresa contaba con 250 personas laborando, con las cuales se fabricaban aproximadamente 3000 baterías secas diarias lo cual significa que mensual se fabricaban alrededor de 72.000 baterías, debido a la necesidad de demanda actual (2014), se aumentó el personal a 300 personas por lo cual nuestra producción diaria mínimo debe ser de 3.500 baterías secas diarias, para lo cual se tiene calculado una producción mensual aproximada de 80.000 baterías secas. En el CUADRO N° 4 se detalla el cálculo de capacidad de producción mensual para las 3 líneas del área de montaje, las cuales en un mes de producción se fabrican aproximadamente 80.000 BA's.

CUADRO N° 4
CALCULO DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN MENSUAL POR LÍNEA

Capacidad máxima Línea 3 (Kraken)			
Descripción	línea No.1	línea No.2	línea No.3
Días al mes	30	30	30
Días al mes no trabajados	10	10	10
Días disponibles al mes	20	20	20
Horas disponibles al mes Líneas (24 horas por día)	480	320	480
Horas de paro programados al mes	52	113	35
Horas netas al mes	428	207	445
Velocidad de línea (baterías/hora)	80	40	95
Cantidad de baterías por mes	38.400	12.800	45.600
% Eficiencia por mes	88%	67%	82,6%
Cantidad Real de baterías por mes	33.792	8.576	37.666
Total de BA's por mes de las 3 líneas	80.034 BA's × Mes		

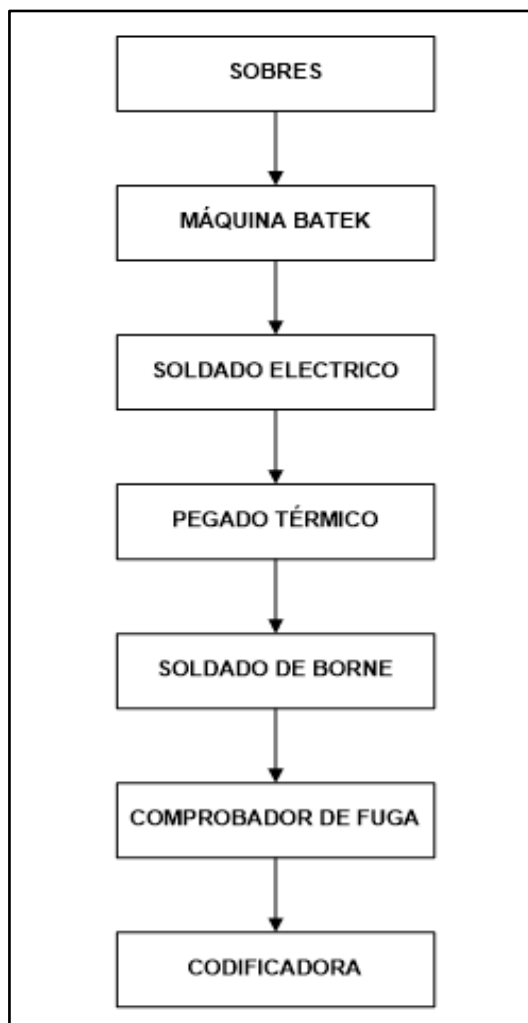
Fuente: Departamento de Producción
 Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Campo de Acción

El proceso productivo en la línea de ensamble de la fábrica de baterías TECNOVA S.A., es semiautomático, con una distribución por procesos, es decir, que las máquinas y funciones están agrupadas por etapas o procesos. La línea de ensamble dispone de 7 procesos que son Ensobrado, Máquina Batek (Kraken) C.O.S., Soldado eléctrico, Termo sellado Caja-Tapa, Soldado de borne, Comprobado de estanqueidad y Codificado.

Cada proceso cumple con tareas específicas para la elaboración de los componentes de una batería, donde la culminación de un componente es indispensable para el inicio del siguiente proceso. Sin embargo, cabe mencionar 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, empezando desde el área de Serigrafiado, corte de placas, ensobrado y la línea de montaje. (Ver FIGURA N° 1).

FIGURA N° 1
DIAGRAMA DE FLUJO DEL ÁREA DE MONTAJE



Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

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.

El proceso de ensamble de baterías comienza con la orden de producción emitida por el Planificador de Producción, quien entrega la orden a los Supervisores, para luego emitir la orden en piso planta en las líneas de montaje, dependiendo del tipo de batería que se vaya a fabricar

se pide a los operadores de montacargas el traslado de las placas al área de Ensobrado, ya que se requiere cortar manualmente las placas (separar paneles dobles), para después calibrar la máquina según: espesor del separador, tipo de placa, calibración de placa impar en la máquina, armar los grupos según el tipo de baterías a fabricar.

Antecedentes

En la fabricación de baterías secas en montaje, se deben tomar algunos aspectos de los cuales se mencionaran los principales que son; la optimización del proceso y estudio de tiempos para estandarización de la línea de producción, esto servirá para lograr los objetivos planteados y cumplir con los programas de producción diaria.

En la elaboración de los diferentes tipos de baterías se realizará un estudio minucioso en cada estación de trabajo para controlar los tiempos de producción, desde la máquina Sobres hasta la Codificadora de baterías.

Con el fin de hacer una mejora en este proceso se ha planteado el mencionado tema, que de una u otra manera va a permitir optimizar la línea de ensamble, controlando tiempos productivos e improductivos, factores actuales que están involucrados en la fabricación de las baterías.

Justificativo

Este proyecto se está realizando con la finalidad de brindarle a la empresa mejoras en el proceso tanto productivo como administrativo, se estandarizara los procesos productivos ya definidos e implantados para disminuir los reprocesos que se presentan debido a la no calidad (producto No Conforme), y de esta manera contribuir al mejoramiento continuo que permita que la cadena productiva sea más óptima, buscando

obtener una disminución de los costos operativos y una mejor gestión de los recursos que generan mayor utilidad. Para llegar a este fin se han podido aplicar diferentes tipos de herramientas enfocadas a lograr el objetivo de la estandarización de los procesos, realizando estudio de tiempos y métodos de trabajo para efectuar un mejoramiento tanto en la eficiencia como en la productividad.

Objetivos

Objetivo General

Mejorar los procesos productivos de la línea de ensamble de baterías de la Empresa Tecnova S.A.

Objetivos Específicos

- Analizar los tiempos de la línea de montaje.
- Establecer la capacidad Real de la línea de ensamble N° 3 Kraken.
- Proponer una alternativa de solución con el objetivo de mejorar la línea de ensamble N° 3 Kraken.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Esta investigación se desarrolla en un marco teórico que involucra el área de ensamble de baterías (Montaje), en el cual se realizará estudio de tiempos, mejora continua, estandarización de la línea de ensamble, creación de reportes los cuales servirán para llevar el control diario y por turno de producción.

Al realizar el análisis en el área de ensamble de baterías, se vio la necesidad de aumentar su capacidad de producción siempre enfocados a mejorar su eficiencia, partiendo del análisis efectuado se realizará estudio de tiempos en cada estación de trabajo que permita mejorar la manera de cómo se realiza el trabajo, la disposición de la materia prima, maquinaria, reducción de trabajos repetitivos innecesarios para que los movimientos de los operarios sean más sencillos, eficientes y coordinados y de esta manera se mejore las condiciones de producción, y se establezcan nuevos procedimientos de trabajo que reduzcan los tiempos improductivos y la fatiga.

1.1. Fundamento Conceptual

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo identificar retrasos, distancias entre máquinas, proceso de ensamble, con el fin de simplificar operaciones innecesarias, es decir eliminar cual operación en el proceso que no agregue valor al producto.

Para ello las herramientas que se utilizará en el transcurso de este trabajo investigativo son:

- Diagrama Causa Efecto
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Flujo
- Mejora Continua: Kaizen
- Mejora consistente de Productividad y Calidad.

1.2. Fundamento Histórico

Historia de la Batería de Plomo Ácido

La batería de plomo-ácido, tal como la utilizamos en la actualidad, es el fruto de las investigaciones y el desarrollo de muchos científicos e ingenieros en el campo de la electroquímica.

Los primeros antecedentes se remontan al año 1800, cuando Alessandro Volta descubre la batería galvánica e inicia esta línea de investigación. Su descubrimiento fue publicado con el título “Acerca de la electricidad generada por el mero contacto de sustancias conductoras de diferente tipo”.

En 1800, Volta, profesor de filosofía natural en la Universidad de Pavía, demostró el funcionamiento de su batería eléctrica, o pila voltaica, consistente en láminas de plata y zinc separadas por ácido sulfúrico diluido, que producía una corriente eléctrica.

Otros experimentadores incursionaron en este campo, pero fue un científico francés de 26 años, Gastón Planté, el primero en desarrollar un dispositivo que sentó las bases de la celda de plomo ácido, tal como la conocemos hoy en día.

Su batería constaba de nueve celdas conectadas en paralelo, puesto que el énfasis estaba puesto en la obtención de una corriente importante,

cosa que hasta ese momento no se había podido lograr con las celdas primarias, que también conocemos como pilas.

A su vez, cada celda consistía en dos hojas de plomo, separadas por cintas de goma. Todo el conjunto se enrollaba en forma de espiral y se sumergía en una solución que contenía ácido sulfúrico diluido al 10% en agua.

Además, Planté descubrió que la capacidad de almacenamiento de las celdas se incrementaba sustancialmente cuando se las sometía al proceso que conocemos como “formación” y que, hoy en día, es parte del proceso de producción de cualquier acumulador electroquímico. Después de un período de carga, descargaba la celda y luego repetía nuevamente el proceso de carga. Observó que a lo largo de estos ciclos, la capacidad de almacenamiento se incrementaba significativamente.

En el año 1881, el científico francés Faure patentó un proceso para empastar la superficie de las placas con un compuesto de plomo que se transformaba con mucha facilidad en los materiales activos de la batería terminada. Faure aplicó una capa de óxido rojo de plomo a la superficie de placas de plomo puro. Este tipo de celda demostró tener una marcada superioridad en capacidad y tiempo de formación sobre la de Planté.

Sin embargo, su punto flojo resultó ser la adherencia del material activo a la placa base de plomo.

1.3. Fundamento Ambiental

Dentro de la investigación se fundamenta el aspecto ambiental con la Certificación que tiene Tecnova S.A.

- ISO TS 16949 Sistema de Calidad.

- ISO 9001- 14001 Sistema de Gestión Ambiental

Tecnova S.A. mantiene una política medio-ambiental estricta, realizando un monitoreo ambiental constantemente, tanto en emisiones atmosféricas, como en las descargas de sus aguas residuales, para de esta manera cumplir con las normativas de Legislación tanto municipales como nacionales. A continuación se detalla algunas de los organismos que regulan las actividades industriales que pueden alterar el Medio Ambiente:

- Ministerio del Medio Ambiente Resolución No. 118 con R.O. No. 491.
- Gestión de los Desechos Peligrosos.
- Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Guayaquil.

1.4. Fundamento Legal

En la investigación del proyecto se tendrán en cuenta varios criterios que le dan fundamento legal a esta tesis:

- Ley de Gestión Ambiental.
- Ordenanza contra ruidos y vibraciones del Municipio de Guayaquil.
- Resolución N° 390.
- Reglamento para la prevención y control de la contaminación producida por las aguas residuales industriales y desechos tóxicos.
- Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo.

1.5. Fundamento Referencial

Para conocer el contexto en el que la presente tesis se desarrolla; se ha creado un marco de referencia con trabajos de autores en los temas de interés para este.

Referente a nuestro tema de estudio conocemos la tesis realizada en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, la cual realizó un estudio en “Análisis de Capacidad y Mejoramiento del proceso de montaje en la fabricación de baterías”, en el año 2004, esta tesis se vio enfocada en el análisis de capacidad del proceso, mejora continua, estudio metodológico y técnicas requeridas para el proceso de fabricación de baterías.

Otro trabajo que se procedió a revisar fue la investigación de “Mejora y Estandarización del proceso de producción, en una empresa productora de envases plásticos” de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el año 2009, la cual realizó un estudio similar a la tesis anterior ya mencionada, este trabajo realizó estudio de tiempos, mejoramiento del proceso productivo, se crearon lineamientos que permitan al trabajador operar de una manera correcta las máquinas.

1.6. Datos de la Empresa

1.6.1. Descripción de la Empresa

ELECTRO DIESEL S.A. fue fundado en 1959, para asumir la representación exclusiva de la línea automotriz de Robert Bosch GmbH de Alemania, después de algunos años pasa a llamarse **BATERIAS LUX**, para luego el 1 de marzo del 2006 cambiar su razón social a Tecnova S.A.

La empresa asumió la representación de la casa alemana Robert Bosch GmbH y sus productos, Bosch es una marca que transmite tecnología e innovación por lo cual se encuentra distribuida en todo el Ecuador prestando servicios a través de una red de más de 2000 almacenes de repuestos, por lo cual en los talleres técnicos Bosch el propósito es ofrecer un servicio garantizado y de calidad.

La empresa se inició en 1964 con la fabricación de baterías de plomo-ácido, las mismas que se comercializaban a automóviles, camionetas,

camiones, motores estacionarios y marinos. La empresa actualmente mantiene la misma actividad (fabricación de baterías), además de comercializar autopartes importadas en lo que se refiere a la línea automotriz, venta de herramientas eléctricas y accesorios.

FIGURA N° 2
SERVICIO AUTOMOTRIZ



Fuente: Intranet
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

1.6.2. Declaración de Identidad

“Innovación para tu vida”, es el nuevo eslogan de BOSCH, alineándose al mismo, con visión hacia el futuro y la participación de todos sus colaboradores, la empresa de Baterías LUX decidió cambiar la razón social a TECNOVA S.A., el 1 de marzo de 2006.

1.6.3. Localización

La empresa TECNOVA S.A., se encuentra ubicada geográficamente en la provincia del Guayas en el cantón Guayaquil, en el Parque Industrial Pascuales Km 16 ½ vía a Daule, sus oficinas administrativas se encuentran ubicadas en la Av. Las Monjas #10 y Carlos Julio Arosemena, en el Edificio Hamburgo. (Ver FIGURA N° 3).

FIGURA N° 3
TECNOVA PLANTA



Fuente: www.googleearth.com
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

1.6.4. Identificación con el CIU

La empresa Tecnova S.A. tiene como Código Internacional Industrial Uniforme la siguiente identificación. (Ver CUADRO N° 5).

CUADRO N° 5
IDENTIFICACIÓN CON EL CIU

División	Sección	Grupo	Clase	Descripción
D	31	314	3140	Fabricación de acumuladores y de pilas y de baterías primarias

Fuente: Clasificación Industrial Internacional Uniforme CIU
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

- Fabricación de pilas y baterías primarias, fabricación de acumuladores eléctricos, incluso partes de acumuladores tales como: separadores, placas y rejillas de plomo.

1.7. Política Empresarial

1.7.1. Política del Sistema de Gestión Integrado (SGI)

El compromiso de Tecnova S.A. es fabricar baterías de plomo-ácido:

- Prevenir actividades ilícitas para el comercio seguro.
- Proporcionar los recursos necesarios acordes al plan de inversiones.
- Analizar problemas y oportunidades de mejora en cuanto a la Calidad.
- Reducir y mitigar los riesgos de accidentes y enfermedades de nuestros colaboradores.

1.7.2. Objetivos del Sistema de Gestión Integrado (OSGI)

- Prevenir y controlar los impactos ambientales significativos
- Prevenir y controlar los riesgos laborales para lograr condiciones de trabajo saludables y seguras.
- Prevenir actividades ilícitas para el comercio seguro
- Optimizar el uso del recurso agua.

1.8. Misión y Visión

1.8.1. Misión

Representamos a Bosch en Ecuador, brindamos soluciones innovadoras y confiables a través de productos y servicios de alta tecnología para beneficio de nuestros clientes, colaboradores y accionistas.

1.8.2. Visión

Tecnova S.A. será la unidad comercial líder en los mercados de autopartes, equipos de taller, calefones y productos complementarios, a través de conceptos modernos de ventas, marketing y un programa de servicios rápidos acorde a las tendencias de cada uno de los mercados y con una reconocida orientación al cliente.

1.8.3. Valores Organizacionales

Tecnova S.A. es una empresa con cinco pilares muy importantes que forman los valores a cada uno de sus colaboradores, de las cuales tenemos son: Compromiso, Respeto, Excelencia, Honestidad y Pasión.

1.9. Estructura Administrativa

1.9.1. Jerarquización y Departamentalización

Su estructura organizacional se puede observar en la FIGURA N° 4, en el cual se detalla por niveles los diferentes cargos dentro de la Estructura Administrativa.

El primer nivel está encabezada por el Presidente Ejecutivo de la empresa, el cual tiene de subalternos a cinco Vice-presidencias, las mismas se encuentran en el segundo nivel y estas son: Vicepresidente Técnico, Vicepresidencia de Recursos Humanos, Vicepresidencia Comercial, Vicepresidencia Financiera y Vicepresidencia de Logística.

Siguiendo la estructura del organigrama en el tercer nivel se encuentran las diferentes Gerencias las cuales controlan una serie de departamentos subalternos, en el tercer nivel se encuentran las siguientes Gerencias: Gerencia de Planta, Gerencia de Recursos Humanos, Gerencia de Sistemas, Gerencia de Ventas, Gerencia de Logística las mismas que están apoyadas por dos Subgerencias: Subgerencia de Recursos Humanos y Ventas.

Tecnova S.A., tiene un Gerente de Planta el cual se encuentra en el tercer nivel, a partir de él se dividen una serie de departamentos que se encuentran en el cuarto nivel y estas son: Jefe de Planta, Jefe de Calidad, Jefe de Seguridad Industrial, Jefe de Materiales, Jefe de Mantenimiento,

Jefe de Proyectos, Jefe de Planificación de la Producción, Jefe del Centro de Distribución y Administrador del Sistema de Gestión Integral (SGI).

El Presidente Ejecutivo se encuentra físicamente en el edificio Hamburgo, desde donde controla los movimientos de las empresas del Grupo Berlín, entre ellas Tecnova S.A., los movimientos de la empresa los lleva a través de las Vicepresidencias y a través de visitas periódicas a Planta.

En el Grupo el Vicepresidente Técnico es la única persona autorizada para aprobar algún cambio, mediante un formato Notificación de Cambios de Ingeniería (NCI), se comunica el cambio y las personas involucradas sobre las modificaciones requeridas en el producto.

Las responsabilidades dentro de Tecnova S.A., la tienen el Vicepresidente Técnico y el Vicepresidente de Recursos Humanos, quienes son los responsables de la aprobación de solicitudes sobre gastos en personal de la Planta (capacitaciones y materiales).

Las funciones de la Gerencia de Planta son las de llevar los balances y monitorear que cada Jefatura sea responsable de asegurar el cumplimiento de las disposiciones con su personal a cargo.

Para la planificación de producción dentro de los propósitos están la de asegurar que se lleven a cabo en condiciones controladas la fabricación de baterías, las cuales deben cumplir con las especificaciones técnicas garantizando un adecuado suministro de baterías a los clientes.

El Jefe de planificación de producción junto al Jefe de Planta deben coordinar la administración de las prioridades en el piso de planta, planificando el reabastecimiento a los amortiguadores de PSE (Rejillas, Placas y Baterías secas) utilizando el software Symphony en la sección

“Amortiguador de embarque”. De igual manera el planificador debe coordinar con los Supervisores y Asistentes de producción el lanzamiento de las Órdenes de Fabricación (O/F), de acuerdo a las prioridades establecidas por el sistema de planificación. El Jefe de Planta es el encargado de cumplir órdenes encomendadas por Gerencia de Planta, además proporciona toda la información sobre las diferentes áreas de la planta a los diferentes Gerentes de Tecnova S.A.

1.9.2. Organigrama de la Empresa

El organigrama de la empresa Tecnova S.A., se encuentra organizada en cada uno de los niveles en la cual se muestran las relaciones entre sus diferentes departamentos y la función de cada una de ellas, la empresa Tecnova S.A., se encuentra regida por dos organigramas, el organigrama de Planta y el organigrama General, por lo cual se analizaron ambos organigramas para revisar las funciones departamentales y los costos operacionales.

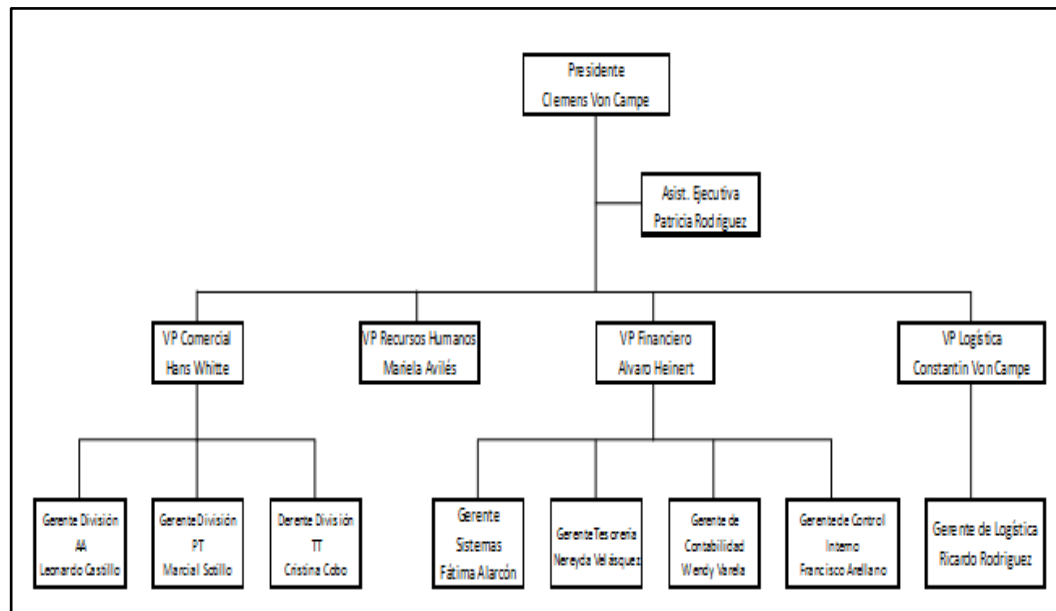
1.9.3. Organigrama de Planta

El organigrama de Planta es un organigrama vertical donde los departamentos se encuentran ramificados de arriba abajo a partir del Gerente de Planta, su estructura total está conformada por un total de 282 colaboradores divididos en tres grupos: Directos, Indirectos y administrativos, siendo estos la cantidad de 210 obreros directos, 26 obreros indirectos entre obreros (contratistas) y empleados y 46 administrativos. (Ver ANEXO N° 1).

Tecnova S.A. está regida por dos organigramas, Organigrama de Planta y el Organigrama General (Ver FIGURA N° 4), los mismos que servirán para el entendimiento de cada una de las funciones que cumple cada departamento y cada puesto de trabajo dentro de la empresa.

1.9.4. Organigrama General

FIGURA N°4
ORGANIGRAMA GENERAL



Fuente: Intranet

Elaborado por: Departamento de RRHH

1.10. Recursos Productivos

1.10.1. Recursos Humanos

TECNOVA S.A. PLANTA a nivel jerárquico está representada y administrada por el Gerente de Planta. La planta se encuentra distribuida por áreas como fundición, montaje, carga y despacho, cada área de proceso tiene sus sub-procesos para la elaboración de componentes para una batería. Se adjunta cuadro de operadores trabajando en máquinas utilizadas en el proceso por turno.

Cabe recalcar que el número de personal citado solo representa la de un turno, en planta se trabaja 3 turnos rotativos, en el CUADRO N° 6 se cita el número de máquinas que se encuentran en piso planta y el número de personal operativo por cada área.

CUADRO N° 6
PERSONAL OPERATIVO DE PLANTA

N° de Máq.	Máquinas	Uso	N° de Pers.
7	Rejilladoras	Producción de rejillas	5
1	Empastadora	Producción de placas	4
1	Mezcladora	Producción de pasta	1
1	Molino de PbO	Producción de PbO	1
2	Corte y cepillado	Corte y cepillado de placas	5
5	Máquinas de sobres	Armado de elementos	11
1	Leviatán C.O.S. Línea 1	Soldado de grupos armados	7
1	Cangrejo C.O.S. Línea 2	Soldado de grupos armados	7
1	Kraken C.O.S. Línea 3	Soldado de grupos armados	7
1	Carga y despacho	Cargar baterías Firing Circuit	25
4	Máquinas de Serigrafía	Pintar cajas	5
3	Montacarguistas	Transportar carga pesada	3
	Total		81

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

1.11. Recursos Materiales

1.11.1. Descripción de Materiales Utilizados

1.11.1.1. El Plomo

El plomo es el metal, materia prima básica para la fabricación de baterías. En una batería el plomo está presente en:

- Bornes, rejillas y contactos intercelda: Como plomo metálico y en aleación con elementos como el calcio, antimonio, estaño arsénico.
- Placas: Como óxido en el compuesto impregnado en las rejillas.
- El plomo es un metal blando de color gris azulado, es muy denso (pesado), mal conductor de la electricidad y muy resistente a la acción corrosiva de agentes químicos.

Su símbolo (Pb) se deriva de su nombre latino, plumbum. Sus principales características son:

- Metal blando.
- Color blanco grisáceo.
- Fácilmente fusible, dúctil y maleable en frío.
- Químicamente no es muy activo, reacciona lentamente con el ácido clorhídrico. Este metal no reacciona con el ácido sulfúrico.
- Elevado peso.
- Baja conductividad eléctrica.

1.11.1.2. Tipos de Plomo

El plomo puede clasificarse en los tipos que se enlistan a continuación:

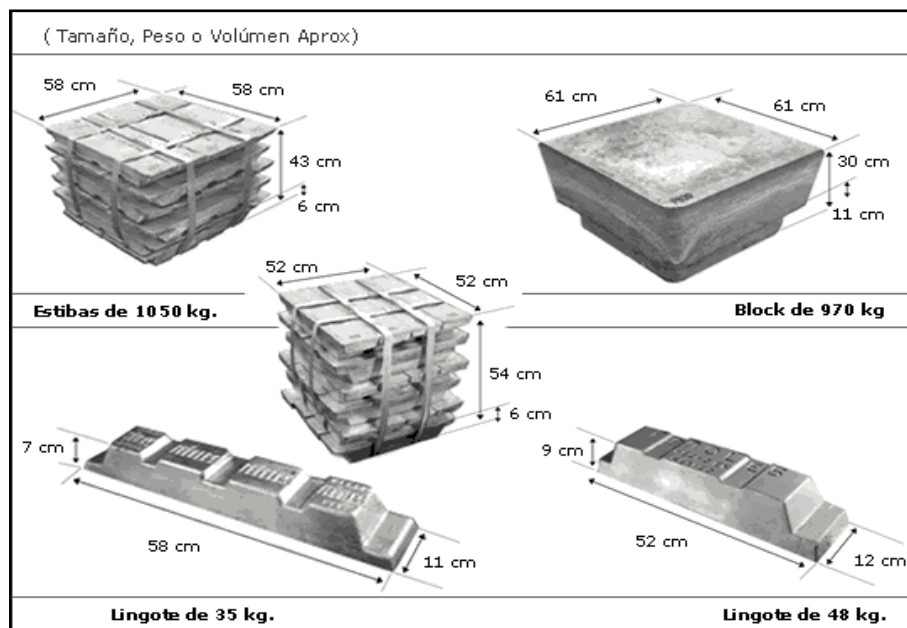
Plomo refinado: llamado también plomo esponjado o dulce. Es el plomo al que se le han removido todas las impurezas, tanto metálicas, como no metálicas. Es el metal con un contenido de plomo en un rango de 99.5 a 99.98% en peso.

- Plomo antimonial: metal obtenido al eliminar algunos metales ferrosos que contiene el plomo obtenido del departamento de hornos, dejándoles 2.75 % de antimonio.
- Plomo de hornos: plomo proveniente de hornos de fundición, que contiene otros metales que vienen aleados.
- Plomo blanco: denominado también carbonato de plomo. Es el más antiguo y el más importante, que actualmente se encuentra prohibido como componente en la mayoría de pinturas.
- Plomo de obra: es el argentífero. Plomo bruto, con 97% aproximadamente del metal, se obtiene en la fusión reductora de óxidos impuros en el “water-jacket”.
- Plomo pobre: es el plomo con contenido escaso de plata.

- Plomo rico: es el plomo con contenido abundante de plata.
- Plomo rojo: es el minio u óxido de plomo. Es de color rojo naranja brillante, resistente a la luz.

El plomo es uno de los elementos químicos metálicos altamente tóxico, se utiliza únicamente en aleaciones.

FIGURA N° 5
PLOMO EN LINGOTES



Fuente: www.google.com
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

1.11.1.3. Óxido de Plomo

Para la fabricación de PbO se necesita plomo puro cuya pureza es del 99,95%, el cual es fundido en un crisol a unos 480° - 520° C para luego en un molde rotativo inyectar el plomo fundido donde se fabrican pequeños cilindros (balas de plomo), los cuales son transportados hasta un silo donde luego son introducidos al reactor y mediante fricción van desgastándose hasta hacerse polvo, luego son almacenados en Silos, al óxido de plomo obtenido se le realiza % de plomo libre el cual debe cumplir las especificaciones técnicas el cual debe estar entre 26 y el 30%.

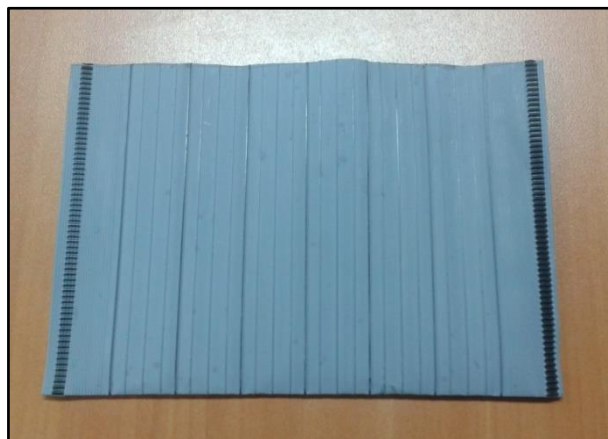
1.11.1.4. Sobres Separadores

Los sobres separadores son utilizados para el ensobrado de la placa negativa, la principal función que cumple el sobre separador en la batería es la de evitar un cortocircuito entre los electrodos, dado que la batería plomo-ácido se encuentra inundada de electrolito internamente, los separadores de baterías plomo-ácido han incluido en su fabricación celulosa, cloruro de polivinilo, caucho orgánico, y poliolefinas. Hoy en día las baterías de plomo-ácido utilizan separadores de polietileno - un nombre inapropiado, ya que estos separadores microporosos requieren grandes cantidades de sílice precipitada. La sílice es responsable de las propiedades eléctricas del separador, de igual manera el polietileno es responsable de las propiedades mecánicas del separador y el rango de porosidad para separadores de polietileno es de 50-65%.

Dimensiones de sobre separador para baterías:

- 160×0,90×0,15 mm – Rollo 0,042" para baterías 42 HP
- 160×0,90×0,15 mm – Rollo 0,035" para baterías 34 HP
- 124×0,90×0,15 mm – Rollo 0,035" para baterías NS 40
- 162×1,10×0,15 mm – Rollo 0,035" para baterías 55 HP

FIGURA N° 6
SOBRE SEPARADOR



Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

1.11.1.5. Cajas o Cajones y Tapas

Las cajas, tapas y accesorios que se utilizan para la fabricación de baterías en Tecnova S.A. son del proveedor Multainers Colombia, las cajas son recipientes donde se ensamblan los grupos armados para luego ser soldados celda por celda, internamente están divididos en compartimientos (6 celdas para una batería de 12 voltios y 3 celdas para una baterías de 6 voltios), los tabiques separan una celda de otra.

Actualmente el material predominante en la fabricación de las cajas es el polipropileno (PP), por tener mayor resistencia mecánica y resistencia al ataque químico de la solución electrolito.

A continuación en el CUADRO N° 7 se detallan los tipos de cajas con sus respectivas dimensiones que se utilizan en la fabricación de baterías.

CUADRO N° 7
DIMENSIONES DE CAJAS POR TIPO DE GRUPO

Tipo de grupo	Largo	Ancho	Altura	Ancho entre celda	Espesor del tabique	Altura de tabique
24	279,5	167,5	194,1	34,8	1,7	1,7
34	275,6	168,78	177,5	38,46	1,7	1,8
42	242,2	175	151	36,7	1,7	1,8
55	240,3	173,2	166,6	36,8	1,61	1,8
66	270,7	174,6	149,6	41,8	1,8	2,3

Fuente: Departamento de Materiales
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Las cajas antes de ser utilizadas en ensamble de baterías pasan por un sub-proceso como lo es serigrafía, donde los operadores son los encargados de perforar las cajas y pintar según el tipo de batería a fabricarse, cabe recalcar que las cajas llegan a planta con 2 y 4 hold dows por lo cual las cajas con 2 hold dows son utilizadas para la fabricación de baterías FE y las de 4 hold dows para fabricación de baterías HP.

FIGURA N° 7
CAJAS O CAJONES

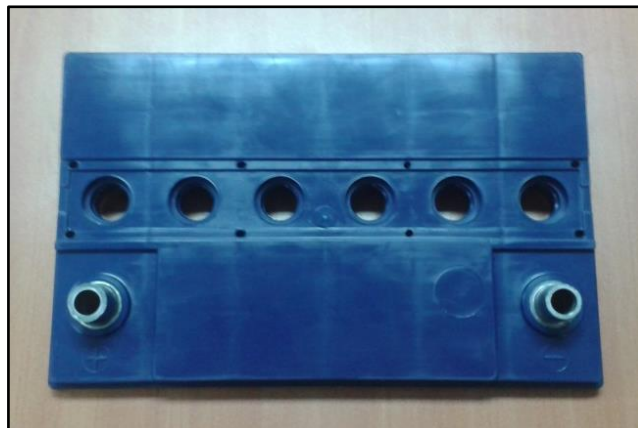


Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Las tapas al igual que las cajas también son fabricadas con polipropileno (PP), garantizando mayor resistencia a los golpes o daños mecánicos, mayor resistencia a temperaturas altas, además poseen flame arrestor que son orificios de gasificación para despidio de gases.

Las tapas en la parte superior vienen marcadas con su respectiva polaridad ya sea para fabricación de una batería americana o normal, de esta manera se asegura la conexión de cables correcta.

FIGURA N° 8
TAPAS



Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

1.11.1.6. Electrolito

El electrolito es una sustancia que contiene iones que actúan como un conductor eléctrico. Existe electrolitos como soluciones de ácidos, bases y sales, también hay gases que pueden actuar como conductores eléctricos bajo ciertas condiciones de temperatura y presión.

El Electrolito para baterías automotrices tipo Plomo – Ácido es una solución de Ácido Sulfúrico y agua destilada, con una densidad específica que podría establecerse dentro de un rango de 1.200 gr/cm^3 a 1.400 gr/cm^3 , estos valores están definidos de acuerdo a la capacidad de la batería, uso, temperatura, régimen de descarga, diseño, materiales en la fabricación de la batería entre otras condiciones.

A continuación en el CUADRO N° 8, se detalla los límites de control de proceso para la formación de una batería en Despacho.

CUADRO N° 8
LÍMITES DE CONTROL DE PROCESO EN DESPACHO

Característica	Punto de Control	Límites de control de Proceso	Tolerancia	Unidad
ρ corregida a 27°C	Para llenado final	1.315	$\pm 0,005$	g/cm^3
Voltaje	Después de la formación	12,44	$\pm 0,15$	V.
ρ a 27°C	Despacho	1.275	$\pm 0,015$	g/cm^3
Voltaje	Despacho	12,82	$\pm 0,15$	V.

Fuente: Departamento de Laboratorio
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

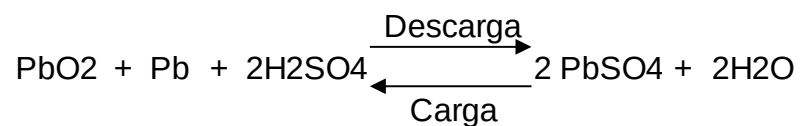
Por lo general para la fabricación de baterías se recomienda que el Electrolito debería estar entre 1.265 gr/cm^3 y 1.290 gr/cm^3 a temperaturas entre 12°C y 30°C , se dan estos rangos un tanto amplios ya que la densidad del electrolito es muy sensible a la temperatura.

FIGURA N° 9 ÁCIDO O ELECTROLITO



Fuente: Departamento de Laboratorio
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Para que una batería se descargue debe estar sometida a una sobrecarga lo que provoca inmediatamente una rápida corrosión de las placas positivas, las temperaturas altas en el sistema causa envejecimiento prematuro a todos los componentes, deformación a las placas positivas y daños a los separadores.



Para la liberación de baterías en el proceso de carga un instrumento útil es el densímetro y el multímetro, con el densímetro se puede saber el estado de formación de la batería al momento de su liberación, de igual manera con el multímetro sabemos cuál es el voltaje en el momento de su inspección.

Antes de cargar una batería se debe comprobar que esté limpia superficialmente y el electrolito debe estar a su nivel correspondiente con respecto a sus puentes. La batería debe estar sin sus tapones durante la carga y hay que respetar las polaridades a la hora de conectar la batería al cargador.

El cargador de baterías hay que regularlo a una intensidad de carga que será un 10% de la capacidad nominal de la batería que viene expresado en amperios-hora (A-h) por el fabricante. Por ejemplo para una batería de 55 A-h la intensidad de carga será de 5,5 A, comprobando que la temperatura interna del electrolito no supera el valor de 30 a 50 °C. La carga debe ser interrumpida cuando la temperatura de uno de las celdas alcance los 55 a 60 °C, la carga se pausa hasta cuando la temperatura baje.

CUADRO N° 9
DENSIDAD, ESTADO DE CARGA Y VOLTAJE DE UNA BATERÍA

Estado de carga	Densidad (gr/cm ³)	Voltaje (V)
100%	1265	12.73
75%	1225	12.48
50%	1190	12.26
25%	1155	12.0
Descargada	1120	11.8

Fuente: Departamento de Calidad
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

1.11.1.7. Recursos Maquinarias y Equipos

A continuación citaremos las diferentes máquinas que se utilizan en el proceso y sub-procesos para la elaboración de baterías dentro de la planta Tecnova S.A.

En el CUADRO N° 10 se detallan la cantidad de máquinas y la capacidad de fabricación de baterías por turno, la máquina que menos produce es DynaMac C.O.S. (Cangrejo).

Cada área tiene un programa de producción en el cual él planificador es quien emite la Orden de Fabricación (O/F) a los supervisores de producción quienes ponen en marca la fabricación de componentes requeridos para la fabricación de una batería.

CUADRO N° 10
MÁQUINARIAS UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN

Cantidad de máquinas	Máquina	Capacidad de baterías por turno
7	Rejilladoras	1600
1	Empastadora	1700
1	Mezcladora	1700
1	Molino	8 toneladas
5	Máquinas de sobres	600
1	Máquina Línea 1	640
1	Máquina Línea 2	320
1	Máquina Línea 3	760
1	Carga y despacho	1400
1	Máquinas de Serigrafía	1500

Fuente: Tecnova S.A.

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

CAPÍTULO II

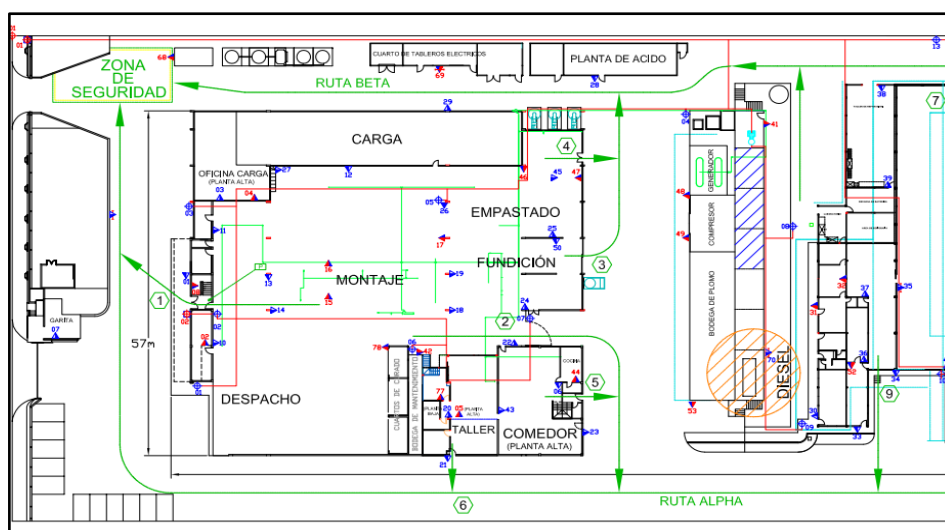
METODOLOGÍA

2.1. Distribución de Planta

El proceso de producción de la empresa Tecnova S.A., está constituido por fases consecutivas en la elaboración de baterías, y su distribución de planta está basada en el flujo continuo de los procesos de fabricación de la batería.

Está estructurada por áreas que a su vez están constituidas por sub-áreas, las cuales se encuentran delimitadas de acuerdo a su sistema de producción, ubicación de máquinas, herramientas, movimiento de materia prima, señalización de vías para circulación de montacargas y peatonal. (Ver FIGURA N° 10).

FIGURA N° 10
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA TECNOVA S.A.



Fuente: Intranet
Elaborado por: Departamento de SGI

Las principales áreas donde se dan los procesos más importantes para la elaboración de baterías son:

Fundición

- Rejilladoras

Planta de Óxido (Pb)

- Óxido Ball Mill

Empastado

- Empastadora de placas (Positiva – Negativa)

Cuartos de Curado

- Cuarto de curado #1
- Cuarto de curado #2
- Cuarto de curado #3

Sobres

- Máquina Sobres #5
- Máquina Sobres #6

Montaje

- Ensobrado
- Máquina Batek (Kraken)
- Soldado Eléctrico
- Termo Sellado Caja-Tapa
- Soldado de borne
- Comprobado de estanqueidad
- Codificado

Carga y Despacho

- Tinajas de carga
- Despacho (Nacional – Exportación).

2.2. Recursos Productivos

a) Terreno y Edificio

Tecnova S.A. cuenta con un terreno extenso de 18.760 m², los cuales son utilizados por galpones en donde se encuentra toda la planta de producción, oficinas administrativas, Bodega de centro de distribución, dispensario médico, parqueadero.

b) Recurso Humano

Para llevar a cabo los diversos procesos de fabricación de baterías, tanto en el área de fundición, montaje, carga y despacho, como los de administración, el departamento de RR-HH realiza un plan de selección de personal, en la que de acuerdo a las funciones que se vayan a ejecutar, selecciona y capacita a los aspirantes para una buena adaptación y buen desempeño de las tareas. (Ver CUADRO N° 11).

CUADRO N° 11
CANTIDAD DE TRABAJADORES

DESCRIPCION	OBREROS	EMPLEADOS	TOTAL
DIRECTOS	210	0	210
INDIRECTOS	18	8	26
ADMINISTRATIVOS	0	46	46
TOTAL	228	54	282

Fuente: Departamento de RRHH
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

2.3. Descripción de Procesos

Para la obtención de baterías terminadas, se debe pasar por una serie de procesos, estos procesos se realizan en diferentes áreas de producción o siguen una secuencia esquematizada de acuerdo al volumen de productos solicitados por el cliente.

A continuación se describe las actividades que se realizan en cada una de las áreas de proceso.

a) Materia Prima

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

- Plomo
- Ácido Sulfúrico
- Sobres de Polietileno
- Cajas y tapas de Polipropileno

b) Serigrafiado

Las cajas que se reciben en montaje son estampadas mediante serigrafía en donde se coloca la marca y tipo de batería. La caja viene con 6 celdas o compartimentos internos dentro del cual se generan 2,11 voltios. La comunicación entre celdas es realizada por una perforación de 11 cm de diámetro realizada por una perforadora neumática.

c) Fundición

Este es el primer proceso para la fabricación de la batería, es aquí donde se comienza a transformar la materia prima plomo Sn/Ca. Aquí se funde los lingotes de plomo a unos 480 °C en los crisoles a diésel. El plomo fundido mediante succión de bombas es transportado por tuberías hasta la maquina 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. Las rejillas son apiladas en pallets para luego pasar a un proceso de curado de 8 horas y pasar después al proceso de empastado. (Ver FIGURA N° 11).

FIGURA N° 11
REJILLADORA



Fuente: Tecnova S.A.
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

d) Óxido de Plomo

Otro proceso que transforma la materia prima plomo es la Planta de Óxido. El plomo puro es fundido en un crisol a unos 480-500 °C, para luego en un molde rotativo se fabriquen pequeños cilindros conocidos como balas, los cuales son introducidos automáticamente en un molino rotativo y mediante fricción se vayan desgastándose hasta hacerse polvo.

El óxido es almacenado en Silos hasta que se lo requiera para formar la pasta en empastado, durante el proceso el Operador toma una muestra de 10 gr. Por cada hora para realizar los análisis de % de plomo libre, el

resultado de los análisis debe estar conforme a las Especificaciones Técnicas, para esto los límites son límite inferior 26% y límite superior 30% de plomo libre. (Ver FIGURA N° 12).

FIGURA N° 12
PLANTA DE ÓXIDO BALL MILL



Fuente: Tecnova S.A.
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

e) Empastado

El proceso de empastado empieza por la mezcla de (electrolito + óxido de plomo + aditivos), esto es realizado por la maquina conocida como empastadora. Se colocan los paneles (Rejilla doble), en la bandeja de la empastadora y luego automáticamente va empastando cada panel.

Una vez empastado los paneles pasan por el horno en donde reciben una temperatura de secado entre 160 – 180 °C (tratamiento vital para la correcta formación de la placa). En la empastadora se pueden fabricar placas positivas y negativas, las placas positivas son las que reaccionan químicamente con el ácido en la batería. (Ver FIGURA N° 8).

Terminadas las placas son trasladadas a los cuartos de curado donde reciben un tratamiento por aproximadamente 48 horas (P1), en una cámara con temperatura y tiempo controlados, luego del proceso (P1) se realiza % de Humedad y % de Plomo Libre, los límites de dichos análisis

son para Humedad $< 1\%$ y para el % de plomo libre $< 5\%$, si los análisis cumplen con las Especificaciones Técnicas se libera para Producción el cuarto de curado caso contrario se lo deja en secado adicional (P2) por un lapso de 24 horas de curado.

FIGURA N° 13
EMPASTADORA



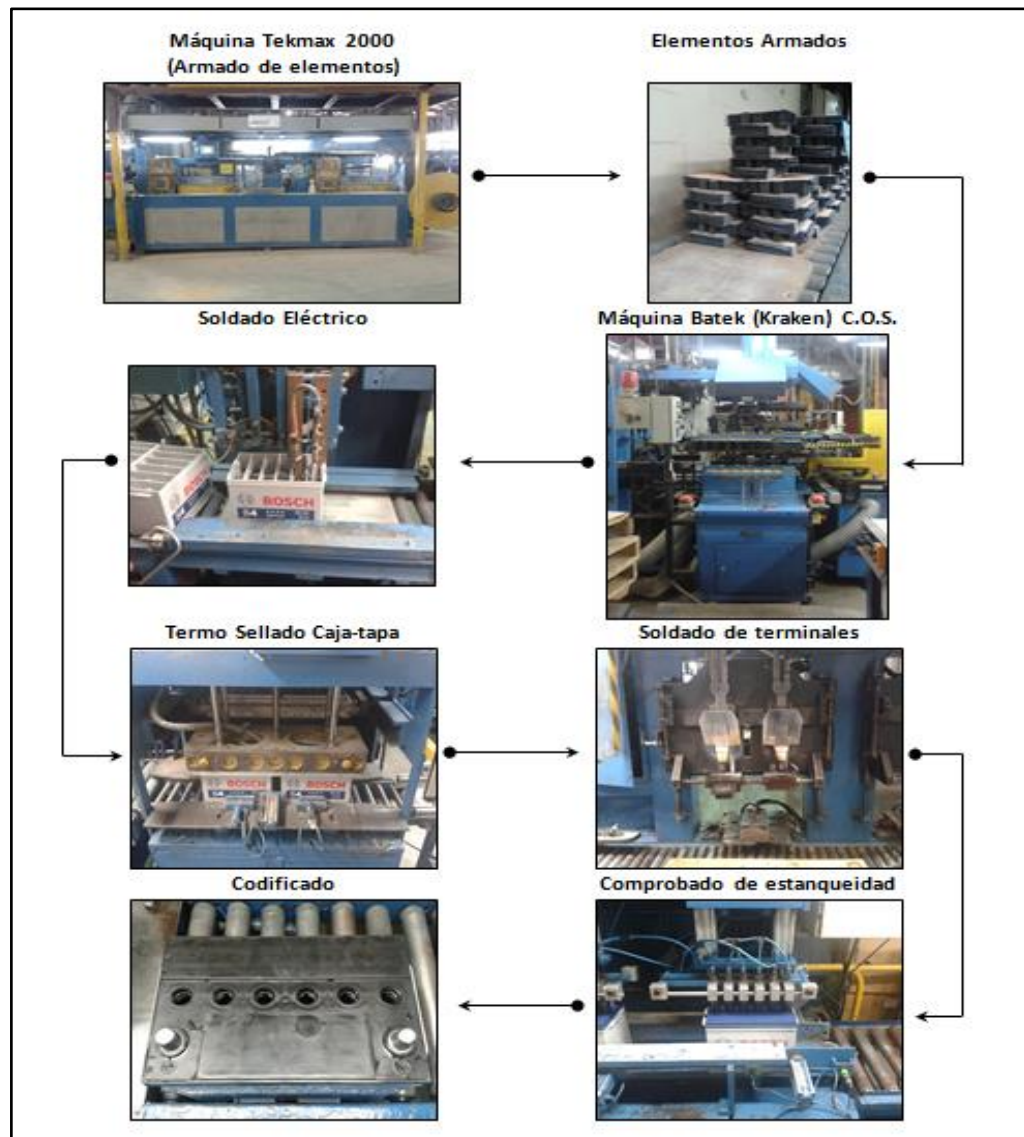
Fuente: Tecnova S.A.
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

f) Montaje (Ensamble de baterías)

El proceso de montaje empieza con el corte de placas donde se separa cada panel doble, esto es un proceso manual. Una vez las placas separadas, se apilan placas positivas y negativas en un carro de 2 pisos para luego ser trasladadas a la máquina Tekmax 2000 para el proceso de armado de elementos dependiendo del tipo de batería que se vaya a fabricar en la línea de ensamble. Las placas negativas son aisladas mediante sobre de polietileno para evitar contacto entre placa positiva – negativa y ocasionar corto. Las placas apiladas toman el nombre de elementos armados, se los coloca en pallets y son transportadas hasta la máquina Batek (Kraken), para el soldado de los elementos armados.

Los elementos son colocados en la C.O.S. y automáticamente la máquina los alinea y suelda con plomo agregándole los terminales. (Ver FIGURA N° 14).

FIGURA N° 14
PROCESO Y SUB-PROCESO EN ENSAMBLE DE BATERIAS



Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Los grupos armados son colocados en cada celda de la caja, luego pasa por el soldado eléctrico, una vez soldado los puentes pasa a Termo sellado donde la tapa es pegada con la caja, utilizando moldes con resistencias. El siguiente paso es el soldado de terminales, donde una

máquina automática es la encargada de realizar los borne por medio de electrodos de soldado, luego pasa al comprobado de estanqueidad automático, donde para comprobar la fuga es necesario una presión de aire de 3 PSI a cada celda para comprobar la calidad de sellado, al finalizar el proceso de montaje la batería es codificada.

g) Carga

En este proceso se realiza una reacción electro-química y a partir de este momento la batería acumula corriente.

El proceso de carga empieza cuando las baterías secas son codificadas (código de carga) y llenadas con electrolito inicial 1150 gr/cm^3 y pasan al cuarto de carga donde son colocadas en las tinas y mediante conectores reciben un voltaje constante de 14,4 voltios por periodos que van desde las 17 horas hasta las 22 horas dependiendo de la capacidad de la batería.

A continuación se citará mediante un cuadro los programas de carga por tipo de batería, la batería para ser liberada de las tinas de carga su densidad de liberación debe tener un promedio de $1190 - 1230 \text{ gr/cm}^3$, la planta cuenta con 26 tinas de carga y cada una con 8 líneas, todas las líneas computarizadas.

CUADRO N° 12

PROGRAMA DE CARGA POR TIPO DE BATERÍA

Programa de Carga por tipo de batería		
Tipo de batería	Altura de Caja	Carga Total (Ah)
24 HP	19,5	300
34 HP	17,8	335
42 HP	15,1	255
42 ST Chile	15,1	160
55 HP	16,4	260
66 FE	15	280

Fuente: Intranet

Elaborado por: Departamento del SGI

FIGURA N° 15
TINAS DE CARGA



Fuente: Tecnova S.A.
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

h) Despacho

Una vez liberadas las baterías de los cuartos de carga pasan a despacho para ser etiquetadas con adhesivos que describen las características de capacidad del tipo de batería y con las advertencias de los riesgos de manipulación. Cada batería es inspeccionada al 100% con un comprobador de alto amperaje (CAA) donde se comprueba el voltaje de descarga en 3 seg., luego de esto se coloca protectores (gorros) a los bornes.

Las baterías terminadas son nuevamente codificadas (Código de despacho con su respectiva etiqueta de garantía), palletizadas y almacenadas en las bodegas transitorias de producto terminado.

2.4. Capacidad Instalada de Producción Línea 3 Batek (Kraken)

Para calcular la capacidad instalada de la línea N° 3 de ensamble, sabemos que la Planta trabaja 3 turnos rotativos de 8 horas cada turno, por lo tanto la planta trabaja diario 24 horas, para el cálculo de la capacidad tenemos al año 365 días disponibles, de donde se resta 9 días que no se trabajan de acuerdo al Código de Trabajo y las Horas de Paro Programado. (Ver CUADRO N° 13).

CUADRO N° 13
CAPACIDAD INSTALADA DE LÍNEA N° 3 (Kraken)

Capacidad Instalada Línea 3 Batek (Kraken)		
Descripción	Línea No.3 (Kraken)	
Días al año	365	días
Días al año no trabajados	9	días
Días disponibles al año	356	días
Horas disponibles al año	8.544	horas
Horas de paro programados	416	horas
Horas netas	8.128	horas
Velocidad de línea (Baterías/hora)	95	Unid./hora
Cantidad de baterías por año	772.160	Unid.

Fuente: Departamento de producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

2.4.1. Diagrama de Proceso de Operación

En el Diagrama de proceso de la operación se indicará el flujo de fabricación de baterías en el área de Montaje (Ensamble de baterías), determinando las operaciones, tiempos requeridos y personal utilizado durante el proceso, para luego ser transportado a las siguientes áreas del proceso. (Ver Anexo N° 2).

2.4.2. Diagrama Hombre – Máquina

En el Diagrama Hombre – Máquina se indica la relación exacta en tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de su máquina. Mediante el estudio, análisis y mejora de cada estación de trabajo se determinará el tiempo de inactividad de cada máquina por tiempos muertos o recorrido largo entre máquinas. (Ver Anexo N° 3).

Las partes que intervienen en este proceso son:

- El Hombre
- La Máquina
- Las herramientas

2.4.3. Sistema Westinghouse de Valoración

En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son la habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como: pericia en seguir un método dado y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

CUADRO N° 14
SISTEMA WESTINGHOUSE DE VALORACIÓN

SISTEMA WESTINGHOUSE DE VALORACIÓN					
HABILIDAD			ESFUERZO		
0,15	A1	Superior	0,13	A1	Excesivo
0,13	A2		0,12	A2	
0,11	B1	Excelente	0,10	B1	Excelente
0,08	B2		0,08	B2	
0,06	C1	Buena	0,05	C1	Bueno
0,03	C2		0,02	C2	
0,00	D	Media	0,00	D	Medio
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Pobre	-0,12	F1	Pobre
-0,22	F2		-0,17	F2	
CONDICIONES			REGULARIDAD		
0,06	A	Ideales	0,04	A	Perfecta
0,04	B	Excelente	0,03	B	Excelente
0,02	C	Buena	0,01	C	Buena
0,00	D	Media	0,00	D	Media
-0,03	E	Aceptable	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Pobre	-0,04	F	Pobre

Fuente: Sistema Westinghouse

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

En el sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen 6 grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema. El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías, que va desde +15% hasta -22%.

CUADRO N° 15
VALORACIÓN DE ACTUACIÓN DE OPERADOR

Valoración de Actuación		
Habilidad	Buena, C2.....	0,03
Esfuerzo	Bueno, C2.....	0,02
Condiciones	Buena, C.....	0,02
Regularidad	Buena, C.....	0,01
Total		0,08

Fuente: Sistema Westinghouse

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Para efectos de cálculo de tiempo básico y tiempo estándar se tomara los valores de actuación del operador de la línea de ensamble de baterías, para su determinación es necesario calcular el tiempo básico (resultado de la calificación de desempeño del trabajador), y añadir el tiempo por tolerancias.

A continuación se detallan las fórmulas:

$$\begin{aligned}
 \text{Tiempo Normal} &= \text{Tiempo observado (cronometrado)} \times \text{Factor de Valoración} \\
 \text{Tiempo Estándar} &= \text{Tiempo Normal} + (\% \text{ suplementos} \times \text{tiempo básico})
 \end{aligned}$$

2.4.4. Estimación de Tolerancias

Para el cálculo del tiempo básico, se necesita agregar tolerancias para determinar el tiempo estándar. Las tolerancias son fracciones de tiempo constante o variable que deben agregarse al tiempo básico a modo de compensación por fatiga, necesidades personales u otros retrasos, e recomienda que sea mínimo el 10% del tiempo básico.

Las tolerancias por necesidades personales y fatiga se recomiendan asignar el 5% y 4% del tiempo básico para los cálculos.

A continuación se detalla en el CUADRO N° 16 la estimación de tolerancias a añadir al tiempo estándar creadas por la Organización Internacional del Trabajo.

CUADRO N° 16
ESTIMACION DE TOLERANCIAS

Estimación de Tolerancias	
Tolerancias Constantes	Añadir
Tolerancia por necesidades personales	5%
Tolerancia básica por fatiga	4%
Tolerancias Variables	
Tolerancia por ejecutar trabajo de pie	2%
Esfuerzo mental	2%
Nivel de ruido continuo	4%

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

2.4.5. Diagrama de Flujo de Proceso

En el diagrama de flujo de proceso se observa la secuencia de las diferentes actividades que se realizan en el área de montaje (Ensamble de baterías), para la formación de la batería. (Ver ANEXO N° 4).

2.4.6. Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido es un diagrama o modelo, donde se muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas. Para el caso del manejo de materiales y la distribución de la planta existe el problema de que si no se cuenta con una distribución de planta adecuada o con un sistema adecuado de manejo de materiales, por más que se trate de aumentar la eficiencia de la planta, no se obtendrán los resultados óptimos, ya que el material y los trabajadores siguen con frecuencia una larga y complicada trayectoria durante el proceso de fabricación con una pérdida de tiempo y energía y sin que se agregue valor al producto. (Ver ANEXO N° 5).

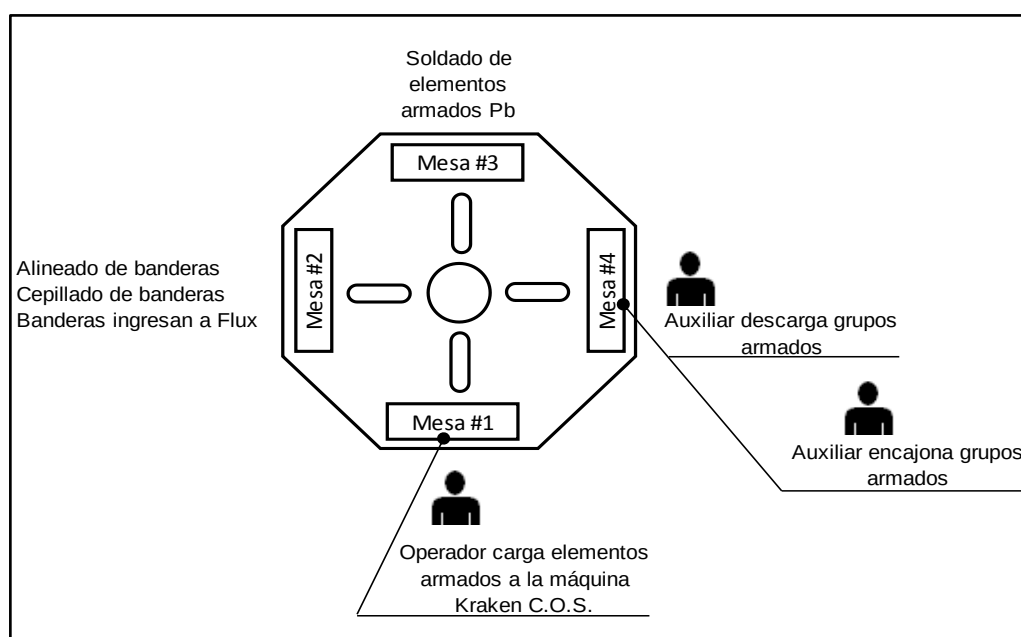
2.5. Cálculos de Proceso de Operación

2.5.1. Funcionamiento de la Máquina Batek (Kraken) C.O.S.

Para determinar la Velocidad de la Máquina Batek (Kraken) C.O.S., se procederá a tomar los tiempos de cada operación que efectúa la máquina para fabricar una batería.

La Máquina Batek en estudio tiene 4 mesas, como se lo describe en la FIGURA N° 11, el funcionamiento de la máquina es girar a 90° de un proceso a otro, el primer proceso es cargar elementos armados a la mesa, una vez cargada la mesa gira 90°, el segundo proceso es alineado de banderas, cepillado de banderas e ingreso de banderas a flux, de igual manera la mesa gira 90° hasta llegar al molde para el soldado de grupos, finalizada la operación de soldado de grupos la mesa gira 90°, donde un auxiliar quien es el encargado de descargar los grupos armados y encajonar.

FIGURA N° 16
FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA BATEK KRAKEN



Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Para el cálculo de velocidad de la máquina se detalla los siguientes datos obtenidos en el proceso de fabricación. (Ver CUADRO N° 17).

CUADRO N° 17
TIEMPOS DE PROCESO EN MÁQUINA BATEK KRAKEN

Tiempos de Proceso	
Descripción	Tiempos
Mesa #1 gira a 90°	3 seg.
Alineado de banderas	5 seg.
Cepillado de banderas	9 seg.
Banderas ingresan a Flux	8 seg.
Mesa #2 gira a 90°	3 seg.
Soldado de elementos armados	18 seg.
Mesa #3 gira a 90°	3 seg.
Auxiliar descarga grupos soldados	8 seg.
Mesa #4 gira a 90°	3 seg.
Total	60 seg.

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Una vez obtenidos los tiempos de proceso de la máquina Batek (Kraken), se tomará el tiempo del proceso más lento para los cálculos de la velocidad de la máquina, en el CUADRO N° 17 se nota que el primer proceso se toma 22 seg., más el tiempo que tarda la mesa en girar 90°, entonces el tiempo del proceso más lento en la máquina Batek es 25 seg.

¿Por qué se toma ese tiempo?

Se toma ese tiempo dado que la máquina en ese proceso demora 22 seg., mientras que en el segundo proceso demora 18 seg., (fundición de puentes y banderas), y en el último proceso demora 8 seg., (descarga de grupos armados), entonces mientras la máquina realiza el mecanizado de alineación de banderas, cepillado de banderas e ingreso de banderas a Flux, la mesa #3 en un tiempo de 18 seg., inyecta plomo al molde y funde los elementos armados, una vez fundidos los botadores expulsan los puentes soldados y se toma un tiempo de enfriamiento de 4 seg., hasta que el proceso de la mesa #2 termine que es de 22 seg.

2.5.1.1. Cálculos de producción × hora de maquina Tekmax 2000

La máquina Tekmax 2000, tiene una producción de 108 sobres × minuto dependiendo del tipo de batería que se vaya a fabricar en la línea, ejemplo:

Si se va a fabricar una batería 42 HP S4, el número de placas por celda es de 12 placas (6 celdas), 6 placas positivas y 6 placas negativas, lo cual quiere decir que una batería utiliza un total de 72 placas. En la máquina de ensobrado Tekmax 2000 se pueden fabricar elementos armados pares como impares, lo cual quiere decir que se pueden fabricar baterías con números de placas par (12 placas) e impar (13 placas).

$$P/H = \frac{108 \text{ Sobres}}{1 \text{ min.}} \times \frac{60 \text{ min.}}{1 \text{ Hora}} = 6480 \text{ Sobres/Hora}$$

$$1 \text{ Batería} = (6 \text{ sobres} \times \text{celda}) \times (6 \text{ celdas}) = 36 \text{ sobres} \times \text{Batería}$$

$$N^{\circ} \text{ de BA's} = \frac{108 \text{ Sobres/min.}}{36 \text{ Sobres/BA's}} = 3 \text{ BA's/min.}$$

$$P/H = \frac{6480 \text{ Sobres/Hora}}{36 \text{ Sobres/BA's}} = 180 \text{ BA's/Hora}$$

2.5.1.2. Cálculos de velocidad de la Maquina Batek (Kraken)

$$1 \text{ hora} = 3600 \text{ seg.}$$

$$P/H = \frac{3600 \text{ seg.}}{25 \text{ seg.}} = 144 \text{ BA's/H}$$

La máquina tiene una velocidad de 144 BA's/hora teóricamente, a nivel operativo en piso Planta esta no es la producción real, para el cálculo de producción real de la línea se tomará la valoración de habilidad y destreza del operador al cargar elementos armados a la máquina más la tolerancia por necesidades personales y fatiga.

En el ANEXO N° 6 se detalla el número de relieves observados para el cálculo del tiempo estándar, se detalla también cada operación que se realiza en la línea 3, se calcula la producción por hora y la hora-hombre.

Tt = Tiempo Total

Tm = Tiempo Medio

Tn = Tiempo Normal

K1 = factor de Nivelación K1

K2 = Factor de Mayoración K2 (Tolerancia)

TE = Tiempo Estándar

P/H = Producción × Hora

H-H = Hora – Hombre

Entonces:

$$Tt = 12 \text{ seg.} + 10 \text{ seg.} + 11 \text{ seg.} + 12 \text{ seg.} = 45 \text{ seg.}$$

$$Tm = \frac{45}{4} = 11,25 \text{ seg.}$$

$$\bar{V} = \frac{90+100+95+90}{4} = \frac{375}{4} = 93,75\%$$

$$Tn = Tm \times \frac{\bar{V}}{100}$$

$$Tn = 11,25 \text{ seg.} \times \frac{93,75}{100} = 10,547 \text{ seg.}$$

$$TE = Tn[1 + (K1 + K2)]$$

$$TE = 10,547 \text{ seg.} \left[1 + \left(0 + \frac{17}{100} \right) \right] = 12,34 \text{ seg.}$$

Determinado el tiempo estándar para el proceso de fabricación de baterías en la línea de ensamble Batek, se procede a calcular la Producción × Hora y de igual manera la Hora-Hombre para el cálculo de la velocidad STD de la línea de producción.

Calculo de Producción × Hora y Hora-Hombre.

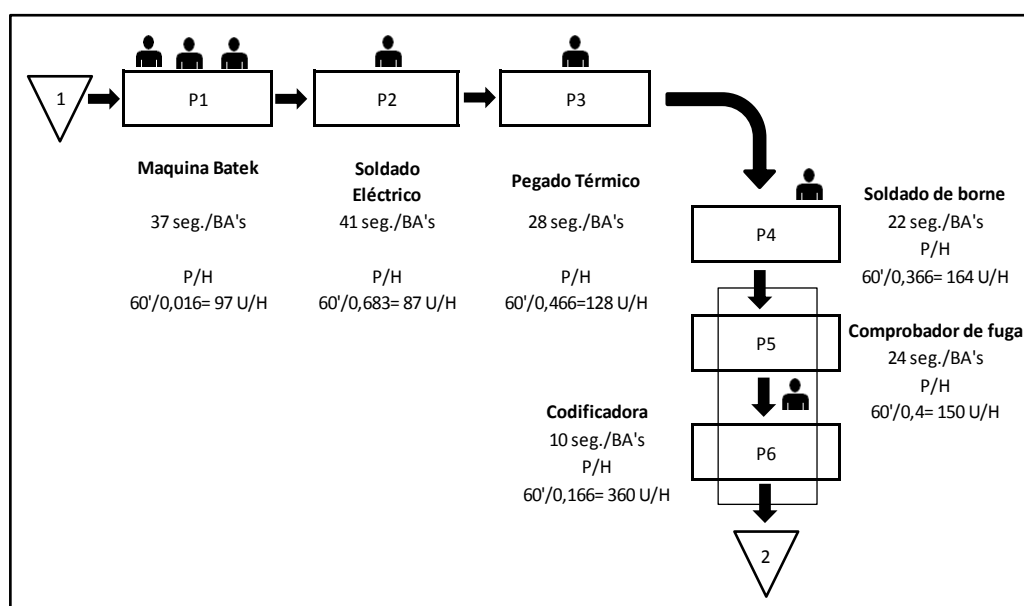
$$P/H = \frac{3600 \text{ seg./1 hora}}{T.E. \frac{\text{seg.}}{U}} = \frac{3600 \text{ seg./1 Hora}}{12,34 \text{ seg./U}} = 292 \text{ U/Hora}$$

$$STD_{\text{Efic.100\%}} = \frac{H-H}{U} = 0,06094 \frac{H-H}{U}$$

$$P/H = \frac{\text{Dot.}}{STD} = \frac{7 \text{ Hombres}}{0,06094 \frac{H-H}{U}} = 114,87 \cong 115 \text{ U/H}$$

Dentro de los cálculos de proceso de operación, se calculará la mano de obra que se relaciona directamente con la elaboración del producto, la máquina Batek (Kraken) C.O.S. tiene una producción de 115 BA's/hora por STD, actualmente la máquina produce 95 BA's/hora Real, lo cual en el turno produce 760 BA's/Turno. En la FIGURA N° 17 se puede observar el esquema de trabajo de la línea 3 (Kraken) y como están distribuidos los operadores en cada estación de trabajo.

FIGURA N° 17
ESQUEMA DE TRABAJO DE LA LÍNEA 3 (KRAKEN)



Fuente: Tecnova S.A.

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Cálculos Hora-Hombre/Unidad por cada estación de trabajo:

Máquina Batek (Kraken) C.O.S.

Máquina_P1

$$\frac{H-H}{U} = \frac{\text{Dot.}}{P/H}$$

$$\frac{H-H}{U} = \frac{3H}{97U-H} = 0,0309 \frac{H-H}{U}$$

Soldado eléctrico

Máquina_P2

$$\frac{H-H}{U} = \frac{\text{Dot.}}{P/H}$$

$$\frac{H-H}{U} = \frac{1H}{87U-H} = 0,0114 \frac{H-H}{U}$$

Pegado térmico

Máquina_P3

$$\frac{H-H}{U} = \frac{\text{Dot.}}{P/H}$$

$$\frac{H-H}{U} = \frac{1H}{128U-H} = 0,0078 \frac{H-H}{U}$$

Soldado de borne

Máquina_P4

$$\frac{H-H}{U} = \frac{\text{Dot.}}{P/H}$$

$$\frac{H-H}{U} = \frac{1H}{164U-H} = 0,00609 \frac{H-H}{U}$$

Comprobador de fuga

Máquina_P5

$$\frac{H-H}{U} = \frac{\text{Dot.}}{P/H}$$

$$\frac{H-H}{U} = \frac{0,5H}{150U-H} = 0,0033 \frac{H-H}{U}$$

Codificadora

Máquina_P6

$$\frac{H-H}{U} = \frac{\text{Dot.}}{P/H}$$

$$\frac{H-H}{U} = \frac{0,5H}{360U-H} = 0,0013 \frac{H-H}{U}$$

$$\sum \frac{H-H}{U} = M1 \frac{H-H}{U} + M2 \frac{H-H}{U} + M3 \frac{H-H}{U} + M4 \frac{H-H}{U} + M5 \frac{H-H}{U} + M6 \frac{H-H}{U}$$

$$\sum \frac{H-H}{U} = 0,0309 \frac{H-H}{U} + 0,0114 \frac{H-H}{U} + 0,0078 \frac{H-H}{U} + 0,00609 \frac{H-H}{U} + 0,0033 \frac{H-H}{U} + 0,0013 \frac{H-H}{U}$$

$$\sum \frac{H-H}{U} = 0,06079 \frac{H-H}{U}$$

En el CUADRO N° 18 se detalla los eventos identificados en el área de ensamble de baterías, las cuales son la causa de disminución de velocidad en la máquina Batek, para ello se calculó la hora-hombre × unidad de cada estación de trabajo para calcular la velocidad de la máquina Batek (Kraken).

CUADRO N° 18
HORAS IMPRODUCTIVAS DE LA MÁQUINA BATEK (KRAKEN)

Eventos	Tiempo en minutos	Tiempo en horas
Cambio de turno	10	0,167
Preparación de máquina	15	0,250
Paros Administrativos (Comidas, reuniones)	15	0,250
Averías	45	0,750
Daño en máquina C.O.S.	30	0,5
Daño soldado eléctrico	20	0,333
Horas sin producir		2,250
Horas netas de producción		5,750
Total de horas		8

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Entonces una vez descritos los eventos en el CUADRO N° 18, se identifica que en la línea N° 3 Kraken, la máquina en un turno pasa sin producir 2.250 horas, las cuales son horas improductivas para la empresa, mediante cálculo se detallará la velocidad de la máquina.

$$\sum \frac{H-H}{U} = 0,06079 \frac{H-H}{U}$$

Horas netas de producción = Horas disponibles – horas sin producir

Horas netas de producción = 8 horas – 2, 250 horas = 5,750 horas

$$P/H = \frac{5,750 H}{0,06079 \frac{H-H}{U}} = 94,58 U/H \cong 95 U/H$$

Cálculo de unidad/hora con dotación STD.

$$P/H_{\text{Efic}=100\%} = \frac{7H}{0,06079 \frac{H-H}{U}} = 115,15 \cong 115 U/H$$

$$\% \text{Efic.} = \frac{95 U/H}{115 U/H} \times 100\% = 82,6\%$$

$$P/H = 115,15 U/H \times \frac{8h}{1 \text{ dia}} = 920 U/\text{dia}$$

Cálculo de la dotación directa de la Línea de Ensamble (Kraken)

$$\text{Dot.}_\text{Directa} = \frac{920 U \times 0,06079 \frac{H-H}{U}}{8h \times 1 \text{ dia}} = \frac{55,987 H-H}{8h} = 6,998h \cong 7 \text{ hombres}$$

2.6. Análisis y Diagnóstico de Problemas

2.6.1. Registro de problemas que se presentan en el proceso

El flujo de proceso de fabricación de baterías en la línea 3 Batek (Kraken), está diseñada bajo 7 operaciones secuenciales (Ensobrado, Soldado de grupos, soldado eléctrico, termo sellado caja-tapa, soldado de terminales, comprobado de estanqueidad y codificado, una vez palletizadas las baterías el montacarguista se encarga de perchar.

En el cual al realizar los estudios de tiempos se determina que, en el momento de ejecutar la operación (soldado de grupos), se originan retrasos de producción por motivos que el operador realiza algunas actividades adicionales como son la de preparar las cajas que vienen de serigrafía (colocar sticker en caja si es batería americana), la colocación de los grupos armados en la caja, desperdiciando así buen tiempo en la máquina soldadora de grupos Batek.

Durante el proceso se observa que la línea presenta paros de máquinas, debido a problemas que se presentan a diario, ya sea por soldado eléctrico (soldado deficiente, burbuja interna de plomo), pegado térmico (baterías no sellan bien y salen con fuga), soldado de borne (máquina suelda los terminales y los bornes salen con cabeza), para esto el operador de cada máquina procede a realizar cambios de parámetros para mejorar la calidad de fabricación de baterías, generando atraso en la producción programada. Por otro lado resulta práctica la utilización de los diagramas de flujo, donde podemos determinar los cuellos de botella generados en la línea de montaje. Un cuello de botella define cual es la estación de trabajo cuya capacidad es inferior a la demanda colocada sobre éste.

2.6.2. Análisis de datos e identificación de problemas

Una vez identificados los problemas en la línea de ensamble 3, se determina que los principales problemas se originan en la maquina Batek (Kraken) C.O.S y el soldado eléctrico que son las 2 principales estaciones

de trabajo que retrasan la producción ocasionando improductividad a la línea de ensamble.

En la maquina Batek se originan retrasos por cambio de molde, revisión de tuberías de plomo, chequeo del nivel de flux, chequeo de velocidad de cepillado, chequeo general de resistencias y termocuplas.

En el soldado eléctrico los problemas que ocasionan retraso en la producción son los constantes cambios de electrodos de soldado, debido a que los mismos se queman con facilidad en el momento de la operación, problemas de descalibración de las tenazas, variación de voltaje, problemas con la tarjeta madre.

A continuación en la FIGURA N° 18 se muestra el tipo de electrodo que se utiliza actualmente en el soldado eléctrico, el material del electrodo es una aleación cobre-cromo Cu-Cr, la cual tiene una alta conductividad eléctrica y térmica.

FIGURA N° 18
ELECTRODO Cu-Cr DE SOLDADO ELECTRICO



Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

En el proceso de ensamble de baterías hay paros de maquina por diferentes causas, a continuación se mencionan las siguientes:

- **Fallas en las máquinas**

En la Planta es frecuente los paros de máquina, esto se da porque uno de sus dispositivos internos o externos se averió, la misma que conlleva al atraso en la producción programada y genera acumulación de producto en el proceso de ensamble, cuando ocurren estos imperfectos de maquina toda la línea de ensamble para la producción, dado que la terminación de un proceso es el inicio de otro para la formación de una batería.

- **Paros por defectos**

Estos son ocasionados por fallas en las máquinas, en la maquina Batek (Kraken) los principales paros por defectos son el taponamiento de la tubería de inyección de Pb al molde, mesa desnivelada, resistencias quemadas, mal estado de empaques que une el crisol con el molde.

Mientras que en el soldado eléctrico los paros por defectos son debido a constantes cambios de electrodos Cu-Cr (quemados y desgastados), por un mal funcionamiento de tenazas, tarjeta madre, supervisor de voltaje, que son dispositivos internos y externos, lo que conlleva a la máquina a parar y paralizar el proceso productivo.

- **Soldado eléctrico deficiente**

Se debe principalmente por la falta de modernización de la máquina, actualmente la máquina está equipada con un solo cabezal, la misma que presenta problemas de averías, variación de voltaje constante, electrodos Cu-Cr quemados, lo que ocasiona tiempos improductivos y retrasan el programa de producción, además se corre el riesgo que pasen baterías mal soldadas los puentes al siguiente proceso, esto representa pérdidas económicas a la empresa por baterías devueltas por Garantías.

Actualmente la producción máxima que produce la línea No.3 es de 760 BA's por turno, en Tecnova S.A. se trabaja 3 turnos al día, cada turno es de 8 horas, de los 365 días al año solo se consideran 278 días laborales, ya que se restan los 9 días según Acuerdo del Código de Trabajo más los 78 días que son (todos los domingos y la mitad de los sábados al año).

Para ello se ha determinado el total de horas disponibles semanalmente y anualmente, donde se detalla las horas por producción, tiempo no previsto para producción, paro no programado, SETUP, y baja velocidad de la línea, las horas semanalmente se detalla en el CUADRO N° 19 y las horas anualmente se las detalla en el CUADRO N° 20, desde el 1/01/2014 hasta el 31/12/2014.

CUADRO N° 19

HORAS DISPONIBLES EN MAQUINA KRAKEN SEMANALMENTE

Máquina Kraken - 6/01/2014 - 12/01/2014		
Status	Duración	Porcentaje de Utilización
Produciendo	123 hrs.	73%
Paro No Programado	6 hrs.	4%
Tiempo No previsto para producción	36 hrs.	21%
SETUP	2 hrs.	1%
Baja Velocidad	1 hrs.	1%
Total	168 hrs.	100%

Fuente: Departamento de Producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

CUADRO N° 20

HORAS DISPONIBLES EN MAQUINA KRAKEN ANUALMENTE

Máquina Kraken - 1/01/2014 - 31/12/2014		
Status	Duración	Porcentaje de Utilización
Produciendo	3551 hrs.	41%
Paro No Programado	2208 hrs.	25%
Tiempo No previsto para producción	1872 hrs.	21%
Paro por Preparación de Máquina	672 hrs.	8%
SETUP	416 hrs.	4,8%
Baja Velocidad	19 hrs.	0,2%
Total	8738 hrs.	100%

Fuente: Departamento de Producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Una vez identificados las horas netas de producción, paros programados y no programados, SETUP, a continuación en el CUADRO N° 21 se detalla las horas que son necesarias en cada uno de los eventos que se presentan en la línea de ensamble en el mes de Enero del 2014.

CUADRO N° 21

**CAUSAS DE HORAS MÁQUINAS IMPRODUCTIVAS EN C.O.S. BATEK
AÑO 2014 (ENERO)**

Soldadora de Grupos Línea No.3						
Cálculo	Descripción		Cant. de Personas	Línea No.3		
					Horas-Hombres	
	Velocidad de máquina (baterías/hora)		7	95	0,0737	$\frac{H-H}{U}$
ET	Horas al mes			480	-	
	Baterías producidas al mes		7	45600	0,0246	$\frac{H-H}{U}$
HPP (Horas de Paro Programado)	Mantenimiento programado SETUP		5	34,66	173,3	H-H
	Paros por Preparación de máquina	Preparación de máquina	2	10	20	H-H
		Cambio de molde	2	40	80	H-H
		Limpieza	1	6	6	H-H
	Sub-total			90,66		
%HPP	% Horas de Paro Programado			18,9		
HNP	Horas Netas de Producción		7	389		
%HNP	% Horas Netas de Producción			81,1		
HPNP	(Mantenimiento correctivo) Horas de Paro No Programado			184		
Rendimiento	% Eficiencia			42,8%		
ER	(baterías por mes)			19507		

Fuente: Departamento de Mantenimiento

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

La determinación del tiempo improductivo se calcula de la siguiente manera:

Tiempo improductivo en horas = Horas no trabajadas anuales / Horas máquina anuales.

Mensualmente en la línea de ensamble 3 están programadas un total de 90,66 horas por SETUP, preparación de máquina, cambio de molde y limpieza, entonces en el año son 1088 horas de tiempo improductivo, las mismas que tienen que ser sumadas a las horas de paro no programado.

Horas no trabajadas anuales = Horas de paro programado + Horas de paro no programado.

Horas no trabajadas anuales = 1.088 horas + 2.208 horas = 3.296 horas

Tiempo improductivo en horas = 3.296 horas / 6.672 horas.

Tiempo improductivo en horas = 49,4 % por la línea No.3 (Kraken).

En el CUADRO N° 22 se determina la cantidad de horas máquinas en el año.

CUADRO N° 22
CÁLCULO DE CAPACIDAD REAL ANUAL DE LÍNEA No.3 (KRAKEN)

Capacidad real de línea No.3 (Kraken)	
Descripción	línea No.3
Días al año	365
Días al año no trabajados	9
Días no laborados	78
Días disponibles al año	278
Horas disponibles al año Línea No.3 (24 horas por día)	6.672
Horas de paro programados	1.088
Horas de paro no programados	2.208

Horas netas	3.376
Velocidad de línea (baterías/hora)	95
Cantidad de baterías por año	320.720
% Eficiencia	82,6%
Cantidad de baterías Real por año	264.914

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

2.6.2.1. Análisis de Pareto

En el cuadro anterior se detalló las horas disponibles al año en la línea de ensamble (Kraken), mediante un análisis y diagrama se da a conocer la frecuencia de las causas o defectos que presenta la línea de ensamble, de tal manera que identificados las horas reales improductivas en el proceso de producción se determina que la línea tiene un tiempo improductivo en horas del 49,4%. Ver CUADRO N° 23 y GRAFICO N° 1.

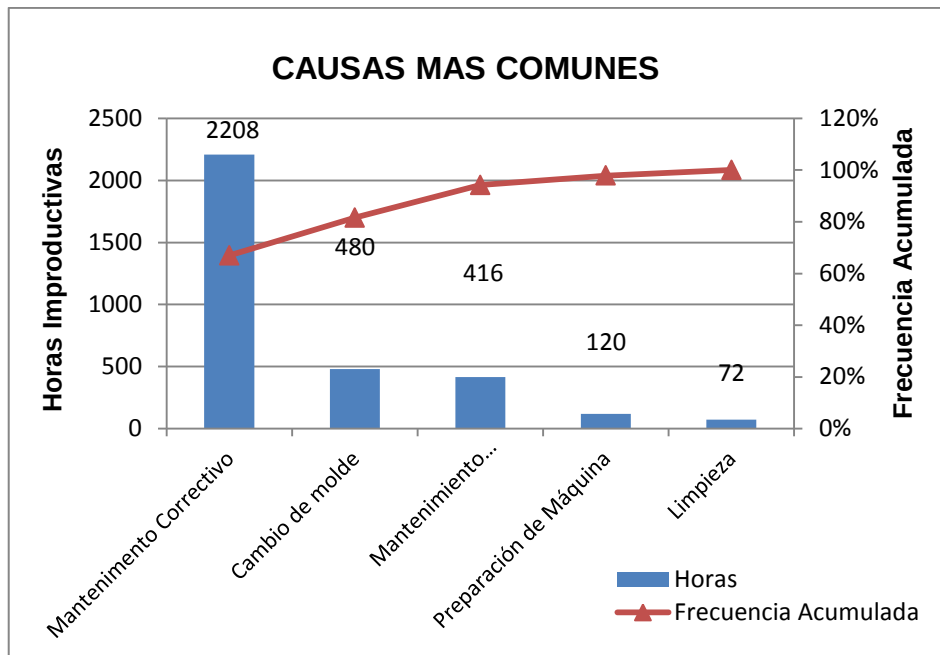
CUADRO N° 23

ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE TIEMPOS IMPRODUCTIVOS LÍNEA No.3 (Kraken)

Causas	Horas	Frecuencia	Frecuencia Acumulada
Mantenimiento Correctivo	2208	66%	66%
Cambio de molde	480	15%	81%
Mantenimiento Programado	416	13%	94%
Preparación de Máquina	120	4%	98%
Limpieza	72	2%	100%
Total	3296	100%	

Fuente: Departamento de Mantenimiento
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

GRAFICO N° 1 DIAGRAMA DE PARETO



Fuente: Departamento de Mantenimiento
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

El Diagrama de Pareto indica que el principal problema que afecta a la línea 3 (Kraken) en el proceso productivo es el mantenimiento correctivo con el 66% de incidencia en total de las horas improductivas, sabemos que por mantenimiento correctivo son los problemas que presenta a diario la línea de montaje, tales como averías, electrodos quemados, variación de voltaje.

La segunda incidencia es el cambio de molde con el 15%, ocurre debido a que se necesita revisar empaques que une al crisol con el molde, chequeo de calibración de cepillos, chequeo de velocidad de cepillado, chequeo del nivel del flux, chequeo de resistencias en el tubo de alimentación al molde.

2.6.2.2. Análisis de causa y efecto del problema principal

El problema principal descrito en la Línea No.3 es el soldado eléctrico por soldado deficiente y presencia de burbuja de aire, y en el soldado de grupos armados en la máquina C.O.S. Batek por puentes rotos.

1) Causas asignables a las maquinarias:

- Limitaciones de mantenimiento preventivo de dichas maquinarias.
- Problemas de soldado eléctrico por presentar variación de voltaje, electrodos quemados, calibración de tenazas.

Origen: Línea No.3 (Kraken).

Efectos: Fallas en las máquinas que generan tiempos improductivos.

2) Causas asignables al recurso humano:

- Fallas operativas por inexperiencia en la correcta utilización de las máquinas.
- Operación incorrecta de las máquinas, generada por la falta de capacitación técnica a los operadores.
- No cumplir con las Normas de Calidad en el proceso, lo cual genera baterías devueltas por garantías a la empresa.

Origen: Línea No.3 (Kraken).

Efectos: Soldado eléctrico deficiente (burbuja de aire).

3) Causas asignables a la materia prima

- Control limitado de los grupos armados (placas y puentes se parten y sobres bajos).

Origen: Línea No. 3

Efectos: Tiempos improductivos por demora en cambio de molde, mala calibración de temperaturas en la C.O.S. Batek (Kraken).

2.6.2.2.1. Problemas de Soldado Eléctrico en Línea N° 3 (Kraken)

En la línea de montaje la revisión del soldado eléctrico es muy importante, si el soldado eléctrico es deficiente, este problema debe ser revisado adecuadamente y corregido a tiempo antes que pase al siguiente proceso (Termo Sellado caja-tapa), si el problema no es corregido a tiempo este le genera a la empresa pérdidas económicas por garantías (devolución de baterías por un soldado eléctrico deficiente).

El principal problema de soldado eléctrico parece incurrir en el material de los electrodos debido a que el material es aleación Cu-Cr con un 99% de cobre y 1% de cromo, para evitar tiempos improductivos por cambios frecuentes de electrodos desgastados y quemados, se diseñará otro tipo de electrodo con aleaciones de mayor resistencia para conseguir una alta conductividad eléctrica y térmica, de esta manera disminuir la frecuencia de daños de electrodos, cabe citar que los nuevos electrodos deben ser limpiados al arranque de máquina con lija de metal fina para evitar desgaste en los electrodos al momento de la limpieza.

Los operadores que manufacturan el soldado eléctrico deben revisar y corregir las cajas que presenten los grupos con la siguientes No Conformidades, en el CUADRO N° 24 se cita las No Conformidades que se presentan en el Soldado eléctrico de la línea 3.

CUADRO N° 24

NO CONFORMIDADES EN SOLDADO ELECTRICO

No Conformidad	Acciones a Tomar
Polaridad Inversa	Se sustituye el elemento por el apropiado
Lágrimas de Plomo	Se eliminan las lágrimas de plomo
Sobres dañados	Se identifica el grupo con el sobre dañado y se cambia el sobre
Placa dañada	En encajonado se cambia el grupo no conforme y se devuelve la caja a soldado eléctrico

Fuente: Departamento de Producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

FIGURA N° 19
SOLDADO ELECTRICO INCORRECTO Y CORRECTO



Fuente: Departamento de Producción
 Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

En el CUADRO N° 25 se detalla las ventas mensuales del año 2014 y el porcentaje de garantías por las causas ya mencionadas.

Una batería regresa a planta por garantía por las siguientes causas:

- Mal soldado eléctrico
- Grupo malo (por puentes rotos)
- Desprendimiento de material activo
- Sobres bajos-Corto circuito

CUADRO N° 25
GARANTÍAS MENSUALES DE BATERÍAS A NIVEL NACIONAL

Meses	Ventas a Nivel Nacional	Número de garantías	Porcentaje de garantías
ene-14	58.420	512	0,9%
feb-14	57.450	752	1,3%
mar-14	61.550	860	1,4%
abr-14	60.450	520	0,9%
may-14	61.840	645	1,0%
jun-14	63.380	870	1,4%
jul-14	65.890	750	1,1%

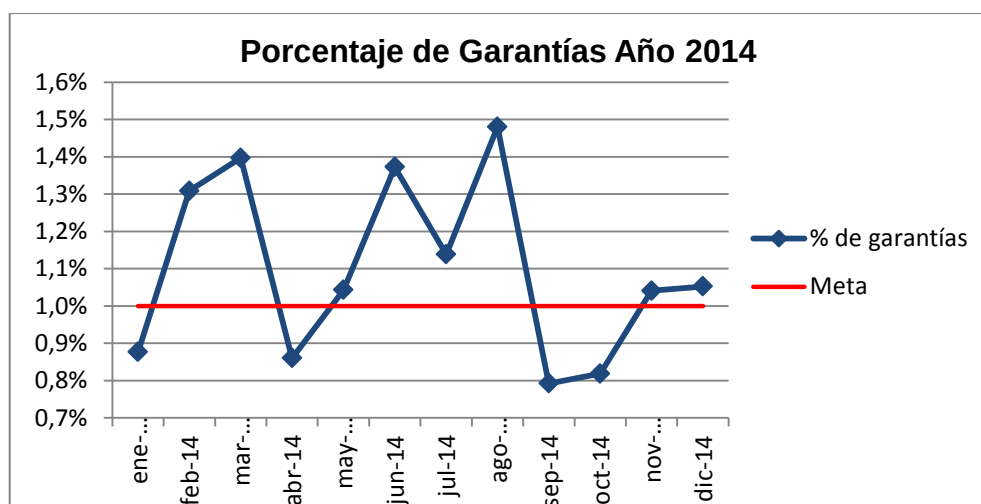
ago-14	66.540	985	1,5%
sep-14	60.560	480	0,8%
oct-14	61.800	506	0,8%
nov-14	59.550	620	1,0%
dic-14	60.320	635	1,1%
Total	737.750	8135	1,1%

Fuente: Departamento de Ventas

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Como se detalla en el CUADRO N° 25, se observa que el porcentaje de garantías es de 1,1 dicho indicador se encuentra por encima del indicador de garantías de la planta que es del 1%.

GRAFICO N° 2
PORCENTAJE DE GARANTÍAS EN EL AÑO 2014



Fuente: Departamento de Garantías

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Mediante el análisis de los problemas que ocurre en la máquina de soldado eléctrico de la Línea No.3, se procederá a analizar mediante Diagrama de Pareto las causas que afectan a una batería que regresa por garantías. Ver CUADRO N° 26 y GRAFICO N° 3.

CUADRO N° 26
CAUSAS PRINCIPALES POR LA QUE OCURRE UNA GARANTÍA

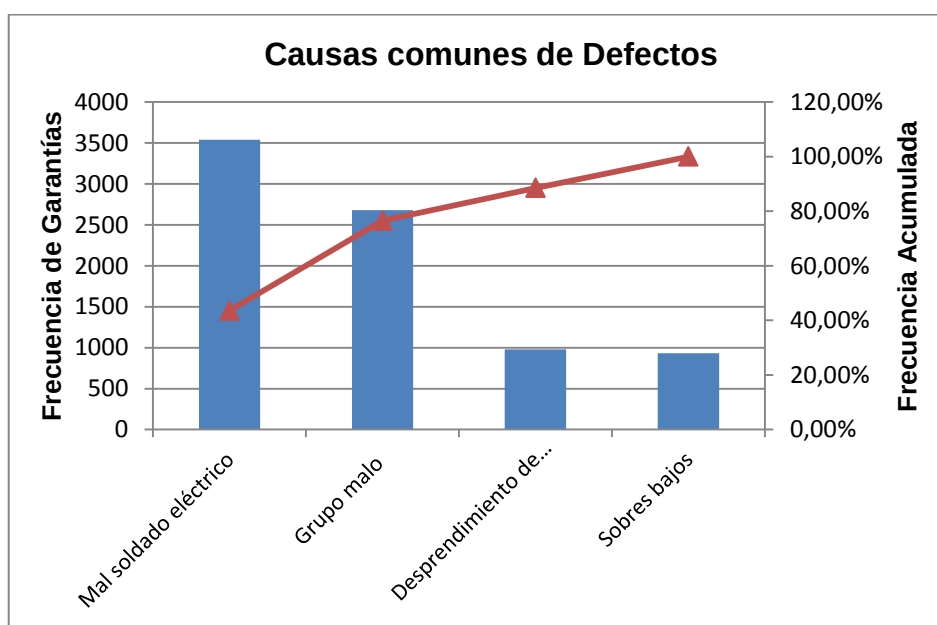
Causas	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
Mal soldado eléctrico	3542	43,54%	43,54%

Grupo malo	2680	32,94%	76,48%
Desprendimiento de material Activo	980	12,05%	88,53%
Sobres bajos	933	11,47%	100%
Total	8135	100%	

Fuente: Departamento de Garantías
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Se puede notar que el mal soldado eléctrico y grupo malo (puentes rotos), generan el 76,48 % de las garantías a la planta.

GRAFICO N° 3
DIAGRAMA DE PARETO DE LAS GARANTIAS AÑO 2014



Fuente: Departamento de Garantías
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

2.6.2.3. Análisis de los Costos de Producción

Dentro del análisis de los costos de producción, se han tomado en cuenta los costos que participan en el proceso de fabricación de una batería, de acuerdo a la siguiente ecuación:

Costo de producción: $CF + MOD + MP$

De dónde:

CF = Costos de Fabricación

MOD = Mano de Obra Directa

MP = Materia Prima

Para efecto del cálculo de los Gastos de Fabricación, se tiene como referencia la participación de los siguientes costos de Fabricación:

- Mano de Obra Directa
- Materiales e insumos
- Suministros
- Varios de Producción

La Mano de Obra Directa es la que participa en todo el proceso productivo de la fabricación de una batería, iniciando desde la recepción de la materia prima (lingotes de plomo), hasta la finalización en el área de despacho de baterías.

La Materia Prima principal que participa en el proceso de fabricación es el plomo (Pb) en lingotes, que varía según el tipo de aleación, en el crisol de la máquina C.O.S. Batek (Kraken) se utiliza plomo aleación 3,2% Sb para el soldado de grupos armados, en la rejilladoras se utiliza plomo aleación CaSn y plomo aleación 1,7% Sb, en la Planta de Óxido se utiliza plomo puro, cada tonelada tiene un costo de \$ 2.145 y se lo adquiere por medio de un proveedor certificado Fundametz.

Dentro del proceso de fabricación también se encuentran accesorios tales como: cajas, tapas, sobres separadores, protector de bornes, etiquetas, electrolito inicial con densidad 1150 gr/cm^3 y final con 1315 gr/cm^3 . (Ver CUADRO N° 27).

CUADRO N° 27**CALCULO DE LO COSTOS DE MATERIA PRIMA DE LA BA's 42 HP**

Materia Prima	Und. Stk	Cantidad	Precio Costo	Costos Totales
Tapa 42/ 55 LMSF-TS19	Und.	1	\$ 1,37	\$ 1,37
Caja 42/ 55 LM	Und.	1	\$ 2,49	\$ 2,49
Plomo 3.2 - Rojo	kg.	1,11	\$ 2,03	\$ 2,25
Placa L45 Ca	Und.	36	\$ 0,28	\$ 10,08
Placa L30 Ca	Und.	36	\$ 0,24	\$ 8,64
L21,1 cm x 1,52 mm - 0,060"	cm	759,6	\$ 0,09	\$ 0,71
Certif. Gar. Afterma	Und.	1	\$ 0,09	\$ 0,09
Tapón LM-2	Und.	6	\$ 0,06	\$ 0,35
Protector de Borne Ne.	Und.	1	\$ 0,04	\$ 0,04
Protector de Borne Ro.	Und.	1	\$ 0,04	\$ 0,04
Etq.Ss Bp V2	Und.	1	\$ 0,05	\$ 0,05
Bosch 42 HP S4	Und.	1	\$ 0,02	\$ 0,02
Electrolito 1150 gr/cm ³	kg.	2,85	\$ 0,09	\$ 0,26
Electrolito 1315 gr/cm ³	kg.	1,97	\$ 0,12	\$ 0,23
Total costos de material Orden de Fabricación				\$ 26,64

Fuente: Departamento de Costos

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Entonces el costo total del material de la Orden de Fabricación para una BA's 42 HP es de \$ 26,64.

Estos costos de Materia Prima varían según el tipo de batería a fabricarse, dado que cada tipo de BA's tiene una Especificación Técnica diferente. Se diferencian por las dimensiones de la caja-tapa, número de placas, volumen de electrolito por celda (depende el tipo de batería).

En el CUADRO N° 28 se detalla el Costo de la Mano de Obra Directa para la fabricación de una BA's 42 HP, adjunto también el costo de la hora-maquina en la fabricación de un lote.

CUADRO N° 28**CÁLCULO DEL COSTO GENERAL DE FABRICACIÓN DE BA's 42 HP**

Descripción	Tipo de CC	Estimado Horas	Estimado Precio Costo	Costo Total
Sol. Grupos (Kraken)/ Sol. Eléctrico	Mano de Obra	\$ 0,03	\$ 9,49	\$ 0,24
Sol. Grupos (Kraken)/ Sol. Eléctrico	Máquina	\$ 0,08	\$ 22,15	\$ 1,84
Pegado térmico/ Acabo de borne	Mano de Obra	\$ 0,03	\$ 9,49	\$ 0,24
Pegado térmico/ Acabo de borne	Máquina	\$ 0,08	\$ 22,15	\$ 1,84
Carga de Baterías	Mano de Obra	\$ 0,16	\$ 9,48	\$ 1,52
Carga de Baterías	Máquina	\$ 0,22	\$ 22,18	\$ 4,88
Preparación/ Comprobación de BA's	Mano de Obra	\$ 0,50	\$ 9,49	\$ 4,75
Preparación/ Comprobación de BA's	Máquina	\$ 0,03	\$ 22,13	\$ 0,66
Total Costos de Horas				\$ 15,96

Fuente: Departamento de Costos

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Costo de la Materia prima = \$ 26,64

Costos de Fabricación = \$ 15,96

Tenemos entonces que el costo de Producción es el siguiente:

Costo de producción = CF + MOD + MP

Costos de producción = \$ 15,96 + \$ 2,21 + \$ 26,64

Costo de Producción = **\$ 44,81 de una batería 42 HP.**

A continuación en el CUADRO N° 29 se detallará los costos de los problemas por garantía por tipo de baterías en el año 2014.

CUADRO N° 29

COSTO POR TIPO DE BATERÍA POR PROBLEMAS DE GARANTÍA

Tipos	Costo de Fabricación en Dólares	Cantidad de Garantías	Valor Total en Dólares por Garantías
NS 40 ST	\$ 31,45	540	\$ 16.983,00
24 HP	\$ 38,94	1.150	\$ 44.781,00
34 HP	\$ 44,23	1.350	\$ 59.710,50
42 HP	\$ 44,81	1.678	\$ 75.191,18
55 HP	\$ 45,23	1.256	\$ 56.808,88
66 FE	\$ 47,56	1.328	\$ 63.159,68
30 H-HD	\$ 48,56	258	\$ 12.528,48
31 FE	\$ 47,23	315	\$ 14.877,45
N 100 HD	\$ 55,23	122	\$ 6.738,06
N 150 HD	\$ 62,54	73	\$ 4.565,42
N 200 HD	\$ 64,29	65	\$ 4.178,85
Totales	\$ 530,07	8135	\$ 359.522,50

Fuente: Departamento de Garantías

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

En el CUADRO N° 29 se observa que la mayor cantidad de baterías por garantías es la 42 HP que representa mayor costo para la empresa.

En este Análisis de Pareto se puede evidenciar que el mayor problema por baterías devueltas a la Planta por Garantías es por mal soldado eléctrico, y por el mal soldado de grupos en la máquina C.O.S. Batek (Kraken).

2.6.2.4. Diagrama Causa – Efecto

Esta Herramienta nos permite identificar y definir con exactitud el problema y los posibles factores que contribuyen a su origen. Se establecerá cuáles son las causas por la que no se cumple con la producción esperada en el turno.

Mediante una lluvia de ideas y teniendo en cuenta las categorías encontradas, en el Anexo N° 7, se muestra las posibles causas que están generando el retraso de la producción programada.

2.6.3. Impacto Económico de Problemas

El principal impacto identificado, concierne al soldado eléctrico de puentes y el soldado de grupos armados en la C.O.S. Batek (Kraken), se ha cuantificado considerando las horas hombres y las baterías que se dejan de fabricar por hora horas improductivas.

En los cálculos efectuados por STD con eficiencia de 100%, la máquina Batek (Kraken) C.O.S. produce 115BA's/hora, lo cual quiere decir que por turno produce 920 BA's/Turno. Actualmente la máquina produce 760 BA's por turno, teniendo así un desfase de 160 BA's por turno, en la Planta Tecnova S.A. se trabaja 3 turnos de 8 horas, lo cual quiere decir que por día no se fabrican 480 BA's.

Calculo de desfase de fabricación baterías por turno.

$$P/H_{Efic=100\%} = \frac{7H}{0,06079 \frac{H-H}{U}} = 115,15 \cong 115U/H$$

$$\frac{H-H}{U} = \frac{Dot.}{P/H} = \frac{7H}{115U/H} = 0,06086 \frac{H-H}{U}$$

$$H-H = 0,06086 \frac{H-H}{U} \times 760U = 46,25H-H$$

Hora-Hombre_de_un_turno

$$T = 7H \times 8H = 56H-H$$

$$T_{Perdida} = 56H-H - 46,25H-H = 9,75H-H$$

$$U = \frac{9,75H-H}{0,06086 \frac{H-H}{U}} = 160,2 \cong 160 \text{ unidades_por_turno}$$

Entonces se define lo siguiente:

- Se trabaja 3 turnos de 8 horas al día.

- Cada turno no produce 160BA's por no alcanzar a soldar, por problemas de soldado y mala operación en la máquina Batek.
- Se deja de producir en un día 480 BA's y anualmente (la restricción) $480 \text{ BA's} \times 278 \text{ días} = 133.440 \text{ BA's}$ al año.
- Para fabricar 133.440 BA's se tiene que trabajar horas extras, que generan pérdidas económicas a la empresa, el tiempo improductivo de la restricción es de 1.405 horas anuales.

CUADRO N° 30
PERDIDAS DURANTE EL AÑO 2014

BA's Faltantes por Fabricar	Costo Mano de Obra	Recargo Nocturno 25%-50%-100%	Horas Trabajadas	Costo Total por persona	Costo Total por las 7 personas
133.440 BA's	\$ 2,21	\$ 4,42	1.405	\$ 6.210,1	\$43.470,7

Fuente: Departamento de Producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

A continuación en el CUADRO N° 31 se detalla los costos indirectos de producción, separado por Costo por Hora, Costo por día y Costo por año, en el 2014 el costo indirecto fue de \$ 39.520,48.

CUADRO N° 31
COSTOS INDIRECTOS DE PRODUCCIÓN

Descripción	Costo por Hora	Costo por Día	Costo al Año
Mano de obra Indirecta	\$ 2,52	\$ 20,16	\$ 5.604,48
Materiales Indirectos	\$ 4,35	\$ 34,80	\$ 9.674,40
Energía Eléctrica	\$ 7,45	\$ 59,60	\$ 16.568,80
Mantenimiento	\$ 3,45	\$ 27,60	\$ 7.672,80
Total de Costos Indirectos	\$ 17,77	\$ 142,16	\$ 39.520,48

Fuente: Departamento de Producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Las pérdidas anuales durante el año 2014 por soldado eléctrico de intercelda y el soldado de grupos armados en la C.O.S. Batek (Kraken) son de **\$ 82.991,18** anuales.

2.6.4. Análisis de Capacidad del Proceso de montaje

2.6.4.1. Análisis del Método Actual del Proceso de Montaje

El estudio del proceso de fabricación de baterías en montaje tiene como objetivo identificar retrasos, cuellos de botella, distancias de transportes, procesos y requerimientos de tiempos de procesamiento, con el fin de simplificar operaciones innecesarias dentro del proceso.

Para realizar un análisis del proceso de fabricación 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 para la elaboración de baterías, la OF (Orden de Fabricación) la emite el Planificador de Producción quien es el encargado de planificar y emitir a los Supervisores el Amortiguador de Embarque, donde detalla que producción debe realizarse por área y por turno.

El proceso empieza en el área de Sobres, donde las placas dobles se doblan manualmente hasta separarlas, una vez separas las placas se las traslada hasta la máquina Sobres #5, donde la misma se encarga de separar placas positivas de las negativas mediante sobres separadores.

Luego manualmente se apilan un determinado número de placas dependiendo del tipo de batería que se vaya a fabricar en la línea de montaje, a este agrupamiento de placas se lo conoce como elementos armados.

Luego pasa a la línea de Montaje (ensamble de baterías), donde el operador coloca los elementos armados en la máquina Batek (Kraken) para el soldado de grupos, luego los grupos armados se los coloca en las cajas, después pasa a la estación de soldado eléctrico donde se unen los puentes mediante soldadura de punto eléctrico, luego pasa al pegado

térmico donde se pega la caja y la tapa, continúa con el soldado de borne donde se da el acabado a los bornes, para luego pasar por el comprobador de fuga y finalmente a la codificadora.

Para el análisis del proceso de fabricación de baterías en montaje se realizaron diagramas de flujo de proceso (Ver ANEXO N°4), donde se describe las actividades relevantes, su tiempo en segundos y distancia en metros.

2.6.4.2. Cálculo de Capacidad de Línea 3 (Kraken)

Se entiende por capacidad a la disponibilidad de infraestructura necesaria para producir un determinado bien o servicio. Suele considerarse como la cantidad de producción que un sistema es capaz de lograr durante un periodo de tiempo.

El proceso de montaje dispone de algunas máquinas aparentemente con diferentes capacidades de producción, la capacidad de la línea estará dado por la menor de las capacidades de las máquinas.

Capacidad Máxima (CM) = Cantidad de baterías anuales en base a tiempos disponibles por año, sin los días de restricción legal.

Capacidad Real (CR) = Cantidad de baterías anuales en base a tiempos disponibles por año de acuerdo a las políticas de la empresa.

La capacidad máxima de la línea 3 (Kraken), se muestra en el CUADRO N° 32. Las Horas de Paro Programado se lo detalla en el ANEXO N° 9 (anual), desde el mes de Enero a Diciembre del 2014.

CUADRO N° 32 CAPACIDAD MÁXIMA DE LÍNEA No. 3 (KRAKEN)

Capacidad máxima Línea 3 (Kraken)	
Descripción	línea No.3
Días al año	365
Días al año no trabajados	9
Días disponibles al año	356
Horas disponibles al año Línea No.3 (24 horas por día)	8.544
Horas de paro programados	416
Horas netas	8.128
Velocidad de línea (baterías/hora)	95
Cantidad de baterías por año	772.160

Fuente: Departamento de Producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

La capacidad real de la línea de ensamble Batek (Kraken) C.O.S., se muestra en el CUADRO N° 33, también se detalla los días laborables al año, Días al año 365 días, de los cuales no se trabajan 9 días por Ley Código de Trabajo, no se trabajan los domingos tampoco el 50% de todos los sábados al año. (Ver ANEXO N° 12).

CUADRO N° 33

CAPACIDAD REAL DE LÍNEA No.3 (KRAKEN)

Capacidad real por línea	
Descripción	línea No.3
Días al año	365
Días al año no trabajados	9
Días no laborados	78
Días disponibles al año	278
Línea No.3 (24 horas por día)	6.672
Horas de paro programados	1.088
Horas de paro no programados	2.208
Horas netas	3.376
Velocidad de línea (baterías/hora)	95
Cantidad de baterías por año	320.720
% Eficiencia	82,6%
Cantidad de baterías Real por año	264.914

Fuente: Departamento de Producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

CAPITULO III

PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

3.1. Planteamiento de alternativas de solución a problemas

Una vez identificado los problemas en la línea No. 3 (Kraken) en el Capítulo II, se pudo comprobar que el cuello de botella se genera en la máquina Batek y en el soldado eléctrico, los mismos que están generando pérdidas económicas a la Empresa Tecnova S.A. por la cantidad de \$ 82.991,18 anualmente.

Para minimizar el cuello de botella generado en la máquina Batek y en el soldado eléctrico de la línea No. 3 (Kraken), se planteará las siguientes alternativas:

- A. Trabajar horas extras los días sábados y domingos los 3 turnos toda la línea de montaje N° 3.
- B. Adquisición de una máquina nueva para soldado eléctrico, que este equipada con 2 cabezales que permitirán minimizar el tiempo de soldado y producto No conforme.

3.1.1. Alternativa de Solución “A”

Una vez analizadas las horas improductivas en la línea de ensamble, la línea 3 tiene un total de 1.405 horas anuales de tiempo improductivo, para recuperación de los 58 días por tiempos improductivos se trabajará horas extras sábados y domingos los 3 turnos, por políticas internas de la empresa, la misma no trabaja la mitad de los sábados al año tampoco todos los domingos del año.

Entonces se define de la siguiente manera la forma de trabajar las horas extras para recuperación de tiempos improductivos:

CUADRO N° 34
CUADRO DE DIAS EXTRAS DE TRABAJO

Días Extras de trabajo bajo políticas de la empresa		
Días	Días trabajados	Días no trabajados
Sábado	26	26
Domingo	0	52
Total	26	78
Días Extras a Trabajar por Recuperación		
Días	Días trabajados	Días no trabajados
Sábado	52	0
Domingo	32	20
Total	84	20

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

En el CUADRO N° 34 se detalla los días a trabajarse para recuperación del tiempo improductivo generado en la línea de ensamble de baterías, se trabajará 58 días en fines de semana más los 26 días sábado que están contemplados bajo políticas de la empresa, lo cual quiere decir que la empresa trabajará un total de 84 días en fines de semana entre sábado y domingo.

La Empresa pierde al año \$ 359.522,5 por baterías devueltas por garantías, por grupos mal soldados en máquina Batek, por sobres bajos, mal soldado eléctrico y por placas quebradizas.

La línea de montaje N° 3 trabaja 8 horas, por lo cual se considera que diario trabaja 24 horas, según lo estudiado en el Capítulo II la línea deja de producir por turno 160 BA's por no alcanzar a soldar, por problemas de soldado eléctrico y mala operación en la maquina Batek (Kraken) C.O.S.

$$480 \text{ BA}' \times 278 \text{ días} = 133.440 \text{ BA's/año}$$

CUADRO N° 35
CAPACIDAD REAL DE LÍNEA No.3 (KRAKEN) C.O.S.

Capacidad real por línea	
Descripción	línea No.3
Días al año	365
Días al año no trabajados	9
Días no laborados	78
Días disponibles al año	278
Línea No.3 (24 horas por día)	6.672
Horas de paro programados	1.088
Horas de paro no programados	2.208
Horas netas	3.376
Velocidad de línea (baterías/hora)	95
Cantidad de baterías por año	320.720
% Eficiencia	82,6%
Cantidad de baterías Real por año	264.914

Fuente: Departamento de Producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Para producir 133.440 BA's, se tiene que trabajar horas extras, que directamente generan pérdidas económicas a la empresa en mano de obra. (Ver CUADRO N° 33).

$$\% \text{ de aumento de producción} = \frac{\text{Piezas producidas anual método propuesto} - \text{Piezas producidas anual método actual}}{\text{Piezas producidas anual método actual}} \times 100$$

$$\% \text{ de aumento de producción} = \frac{398.354 - 264.914}{264.914} \times 100 = 50,37\%$$

La empresa trabajando horas extras entre sábado y domingo, obtendrá un porcentaje de aumento de la producción en un 50,37%, lo que quiere decir que la empresa solo tiene una productividad del 49,63% anualmente en la producción de la línea N° 3.

Entonces el personal operativo de la línea de ensamble N° 3, deberá trabajar horas extras como se detalla en el CUADRO N° 34, trabajarán 26 días adicionales (sábados) y 32 días domingos para cumplir con la improductividad por horas perdidas de producción en el año.

Ventajas de la Alternativa “A”

- Aumento de la producción en un 50,37% anualmente.

3.1.2. Alternativa de Solución “B”

En esta alternativa, se procederá a reemplazar la máquina de soldado eléctrico de un solo cabezal, por una máquina automatizada equipada con dos cabezales para reducir tiempos improductivos generados en esta estación de trabajo, por variación de voltaje, electrodos quemados y soldado con burbuja interna de plomo, en la FIGURA N° 20 se puede observar la máquina de soldado eléctrico actual.

FIGURA N° 20
SOLDADORA ELECTRICA ACTUAL



Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

La estación de trabajo de soldado eléctrico tiene un subproceso después del soldado de puentes, es el comprobador de alto voltaje, esta máquina es la encargada de verificar si existe corto circuito entre placas positivas y placas negativas, por presentar lágrimas de plomo o por sobres cortos.

Actualmente la máquina de soldado eléctrico, utiliza un tiempo de soldado de 19 seg/BA's, adicional el tiempo de la máquina al comprobar corto circuitos que utiliza un tiempo de 9 seg/BA's, lo cual quiere decir que en esta estación de trabajo se utiliza 28 seg/BA's.

Con la adquisición de la nueva máquina de soldado eléctrico equipada con 2 cabezales, se estima reducir el tiempo de soldado e incrementar la producción por turno, dicha máquina utiliza un tiempo de soldado de puentes de 12 seg/BA's, adicional el tiempo de la máquina comprobador de alto voltaje que utiliza 9 seg/BA's, dando un total de tiempo utilizado en esta estación de trabajo 21 seg/BA's. (Ver CUADRO N° 36).

CUADRO N° 36

AUMENTO DE PRODUCCIÓN CON MÁQUINA DE DOS CABEZALES

Producción Anual	Aumento de la Producción	Producción estimada Anual
264.914BA's	50,37 %	398.354 BA's

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Como se observa en el CUADRO N° 36 se estima que la producción de baterías aumentara un 50,37 % de la producción real actual, al automatizar la máquina de soldado eléctrico equipada con dos cabezales.

Dentro de las ventajas de esta alternativa, podemos citar las siguientes:

- Se elimina la restricción o cuello de botella en el soldado eléctrico.
- Menor porcentaje de baterías devueltas por garantías.

A continuación se detalla el funcionamiento del sistema automático del soldado eléctrico:

a) Montaje de máquina de soldado eléctrico

Se reemplazará la máquina de soldado eléctrico de un solo cabezal por una máquina nueva equipada con dos cabezales, en esta máquina el proceso de soldado de intercelda es continuo para los cinco puntos de soldado, una vez que el operador cuadra los grupos armados en la caja, la batería ingresa al primer cabezal donde el mismo suelda las tres primeras celdas, luego pasa al segundo cabezal donde suelda las 2 siguientes celdas y por ultimo pasa por el comprobador de alto voltaje. (Ver FIGURA N° 21).

FIGURA N° 21
MAQUINA SOLDADORA ELECTRICA EQUIPADA CON DOS
CABEZALES



Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

b) Automatización

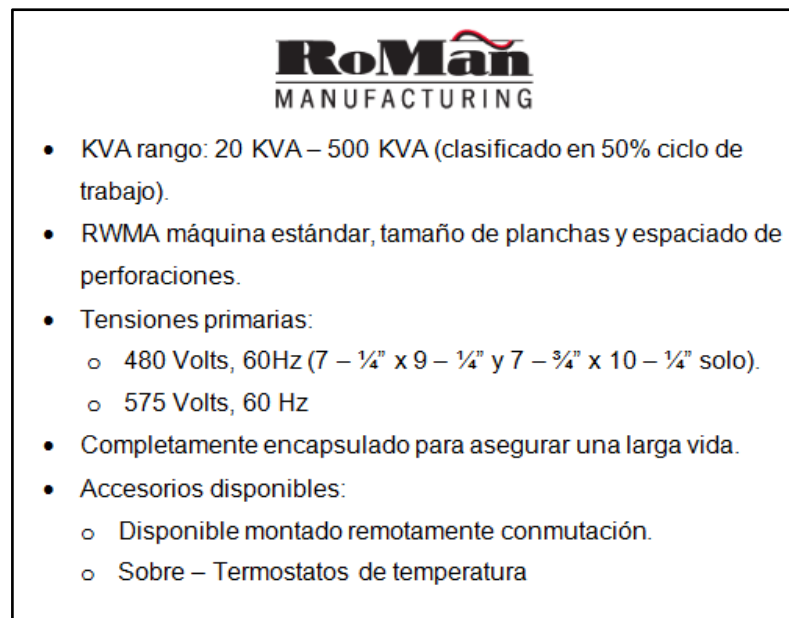
Para la automatización de la soldadura eléctrica se utilizará un comprobador por resistencia Tester (WRT), que se compone de una

Unidad de Control y de energía, también se colocara un tablero Panel Touch donde el operador podrá realizar cambios de parámetros para soldar los diferentes tipos de baterías.

Cada cabezal de la máquina soldadora cuenta con transformadores refrigerados por agua de la máquina ideal para la prensa, en la FIGURA N° 22 se detalla los datos técnicos del transformador de la máquina.

FIGURA N° 22

DATOS TECNICOS DEL TRANSFORMADOR DE LOS CABEZALES



Fuente: RoMan Manufacturing
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

La automatización se la realizará íntegramente por el personal de mantenimiento de la Planta, bajo la supervisión del técnico encargado del montaje de la máquina.

El transformador RoMan - Manufacturing son transformadores refrigerados por agua de tipo Fixture, ideal para los procesos de soldadura por punto, la máquina de dos cabezales está equipada por estos transformadores garantizando un soldado de intercelda correcto y efectivo, además para este tipo de transformadores se diseñó otro tipo de

electrodos para el soldado eléctrico, con diferente aleación y mayor durabilidad para minimizar los constantes cambios de electrodos quemados.

A continuación en la FIGURA N° 23 se puede apreciar en el Panel Touch los parámetros de soldado para los dos cabezales al momento de soldar.

FIGURA N° 23
PANEL TOUCH CABEZAL #1 Y #2



Fuente: Tecnova S.A.
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

c) Sistema de Supervisión

Para la supervisión se suministra un sistema HMI (Human machine Interface), panel de operaciones MP 265" bajo el concepto TIA (Totally Integrated Automation) de Sistemas totalmente flexible para el monitoreo del proceso y sus variables de ser requeridas por el cliente.

d) Diseño de Planos Eléctricos

El proveedor es el encargado de elaborar los planos y diseños eléctricos donde se detallan las conexiones realizadas dentro del proyecto.

e) Pruebas de los equipos

Una vez instalada la máquina de soldado eléctrico se procede a realizar las respectivas pruebas para verificar el correcto funcionamiento.

A continuación se detallan los pasos para la calibración de la máquina de soldado eléctrico de intercelda:

- Operador calibra la altura del cabezal por medio de la perforación de caja con respecto a electrodos.
- Se calibra la presión de aire para verificar la presión de soldado.
- Se calibra regleta donde van montados los pistones de paro para soldar por intercelda.
- Calibración de los chupones del comprobador de Alto Voltaje dependiendo de la batería que se fabrique.
- Calibración de Pre-Prensado, Calentamiento, Soldado y Post-Prensado.
- Operador puede realizar cambios de parámetros en Intensidad de Calentamiento e Intensidad de Soldado.

3.1.2.1. Diseño de electrodo para máquina Soldadora eléctrica

Debido a los constantes cambios de electrodos en la máquina Soldadora eléctrica, se decidió con el cambio de máquina diseñar otro tipo de electrodos de soldado y con aleación de mayor durabilidad.

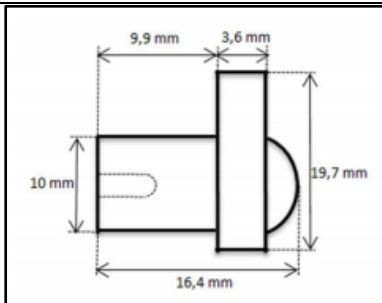
Lo electrodos que están trabajando actualmente son aleación Cu-Cr, por lo cual se diseñará otro tipo de electrodo con dimensiones diferentes y aleación de alta conductividad eléctrica y térmica.

Para los nuevos electrodos se utilizará una aleación Cu-Cd, una aleación con alto contenido de cobre, la aleación COBRE-CADMIO, se caracteriza por sus buenas propiedades de resistencia a la tracción, dureza, resistencia a la corrosión, resistencia a la oxidación con una

buena conductibilidad eléctrica. En todos los casos el trabajo mecánico a que hayan sido sometidas influye en las propiedades finales.

En la FIGURA N° 24 se detalla las dimensiones del electrodo y para qué tipo de baterías se puede utilizar dicho electrodo.

FIGURA N° 24
ELECTRODO PARA MÁQUINA SOLDADORA ELÉCTRICA

Electrodo Mediano		Tipo de batería
		24
		34
		27
		42
		55
		66
		65
		NS 40

Fuente: Departamento de Mantenimiento
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

3.2. Costos de las alternativas de Solución

3.2.1. Costos de la alternativa de Solución “A”

Los costos de la alternativa “A” se analizarán de la siguiente manera:

Se trabajará 58 días extras, es decir el 50% de todos los sábados del año no contemplados por políticas internas de la empresa más 32 días domingos, para cumplir con la restricción de minimizar el cuello de botella y tiempos improductivos en la línea de ensamble Batek (Kraken) C.O.S.

Para ello se programará producción los fines de semana sábados y domingos los 3 turnos, se trabajará las 24 horas con las 7 personas que son la dotación de la línea de ensamble Batek (Kraken) C.O.S, en el CUADRO N° 37 se detalla el costo de la mano de obra de las 7 personas

que trabajarán los 58 días extras para minimizar el cuello de botella y tiempos improductivos en la línea N° 3.

¿Cómo calcular las horas extras?

La forma de calcular las horas extras, consiste en dividir la remuneración mensual para 160 horas (8 horas × 20 días laborales), obteniendo el valor hora normal (v.h.n), a este valor sumarle el 100% (en caso del recargo del 100%) del anterior (v.h.n) para obtener el valor hora extra (v.h.e)

Ejemplo de Cálculo de horas extras:

$$v.h.n = 354 \text{ Us\$} / 160 \text{ horas} = \text{Us\$ } 2,21$$

$$v.h.e = v.h.n + 100\% = 2,21 + 2,21$$

$$v.h.e = \text{Us\$ } 4,42$$

CUADRO N° 37

COSTO DE LA MANO DE OBRA DE LAS 7 PERSONAS

Turnos	Horas totales × turno	Costo × hora	Valor de horas normales + 100%	Costo total por personas × turno	Sueldo total a Recibir × 7 personas
Turno 1	469	2,21	4,42	2.072,98	14.510,86
Turno 2	472	2,21	4,42	2.086,24	14.603,68
Turno 3	464	2,21	4,42	2.050,88	14.356,16
Total	1.405	-	-	-	43.470,7

Fuente: Departamento de RRHH

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

Los costos de la alternativa “A” ascienden a la cantidad de \$ 43.470,7 en los 58 días extras trabajados, en el CUADRO N° 34 se detalla por turno las horas totales a trabajarse dando un total de 1.405 horas, el costo total por persona × turno en el turno 1 es de Us\$ 2.072,98, este valor lo multiplicamos por 7 personas que trabajan en la línea N° 3.

3.2.2. Costos de la Alternativa de Solución “B”

El costo por la compra de la soldadora eléctrica de intercelda automática de dos cabezales contemplado en la alternativa “B” es de \$ 32.375,08.

A continuación se detalla el precio de cada trabajo que se realizará en el montaje de la soldadora eléctrica de intercelda nueva, adicional se realizaran pruebas 2 semanas en la nueva máquina instalada.

a) Montaje de máquina de Soldado Eléctrico

Remoción de Pistola Neumática	\$	830,00
Colocación de Canaletas Eléctricas	\$	550,00
Cableado	\$	860,00
Colocación de tableros operacionales	\$	1.200,00
Total	\$	3.440,00

b) Máquina Soldadora Eléctrica de dos cabezales

Instalación del DD-WRT	\$	27.750,43
Instalación de Software	\$	2.734,47
Conexión con el Computador	\$	1.890,18
Total	\$	32.375,08

c) Sistema de Supervisión

Conexión con el Computador	\$	390,00
Plant Node	\$	7.331,45
Total	\$	7.721,45

d) Diseños y Planos Eléctricos

Diseños de Planos Eléctricos	\$	1.650,00
Total	\$	1.650,00

e) Prueba de los equipos

Se procederá a realizar pruebas a la nueva máquina con el técnico durante 2 semanas para ver su funcionamiento.

Los costos de la alternativa de solución “B”, ascienden a la cantidad de \$ 36.242,01 por la línea No. 3, en el CUADRO N° 38 se detalla el costo de inversión en la máquina de soldado eléctrico de intercelda, se estima un incremento del 50,37% de la producción actual, por lo cual resulta rentable la puesta en marcha de la propuesta.

CUADRO N° 38

COSTO DE INVERSIÓN EN LA MÁQUINA DE SOLDADO ELÉCTRICO

Puntos	Descripción	Costo
B1	Montaje de la máquina de soldado eléctrico	\$ 3.440,00
B2	Soldadora eléctrica de dos cabezales	\$ 32.375,08
B3	Sistema de Supervisión	\$ 7.721,45
B4	Diseño y planos Eléctricos	\$1.650,00
TOTAL		\$ 45.186,53

Fuente: Departamento de Logística
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

3.3. Ventajas y desventajas

La compra de la máquina soldadora eléctrica equipada con 2 cabezales, permite a la línea de montaje No. 3 renovar la tecnología que existe actualmente en la línea de producción, así se elimina el sistema manual de soldado eléctrico de intercelda, minimizando tiempos improductivos e incrementado la producción por turno.

Con la adquisición de la máquina nueva en la línea No. 3 se confía que el porcentaje de baterías devueltas por garantías disminuya, ya que se reemplazará la máquina actual por presentar deficiencia de soldado, variación de voltaje, no envía señal al supervisor de voltaje, electrodos quemados.

Por otro lado sería una desventaja trabajar horas extras los fines de semana en la Línea N° 3, por lo que se mantendría obsoleta la tecnología y esta no garantizaría que el soldado deficiente disminuya.

CUADRO N° 39
VENTAJAS AL CAMBIAR LA MAQUINA DE SOLDADO ELECTRICO Y
DESVENTAJAS AL TRABAJAR HORAS EXTRAS

Ventajas al cambiar máquina de soldado eléctrico de la línea No. 3	Desventajas al trabajar horas extras los fines de semana
Se lograría tener tecnología actualizada	Se mantendría obsoleta la tecnología de la línea No. 3
Soldado eficiente e incremento de velocidad de producción por hora	No se garantiza el soldado de puentes por defectos y disminuye la velocidad de producción por hora.
Mayor confiabilidad de los equipos	Equipos muy pocos confiables

Fuente: Departamento de Producción
 Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

3.4. Evaluación y Selección de la Alternativa

Después de haber realizado la evaluación para saber si resulta rentable la puesta en marcha la propuesta, es necesario realizar un análisis de los costos que estas propuestas representan y de los beneficios que generarían al ser establecidas, para realizar este análisis se necesita conocer los beneficios y los costos que estas sobrellevan, el costo de la pérdida anual 2014 se detalla en CUADRO N° 30 y CUADRO N° 31.

Retorno de la inversión de la alternativa “A”

Costo de la pérdida Anual.....	\$ 82.991,18
Gasto de Inversión del primer año.....	\$ 43.470,70

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

En donde:

P= Es el valor presente a invertir en la propuesta

F= Es el valor futuro a obtener (recuperación de perdidas)

i= Es la tasa de interés

n= Es el número de periodos anuales

$$P = (1+i)^n$$

Dónde:

n=1

$$(1+i)^1 = \frac{F}{P}$$

$$(1+i)^1 = \frac{82.991,18}{43.470,7}$$

$$1+i = 1,9$$

$$i = 1,9 - 1$$

$$i = 0,9 \% \text{ anual}$$

$$i = 0,075 \% \text{ mensual}$$

Dónde:

$$F = \frac{82.991,18}{12} = \$6.915,93_{\text{mensual}}$$

Se procede a calcular el valor futuro para obtener el periodo de la recuperación de la inversión.

$$P = \frac{F}{(1+i)^1} + \frac{F}{(1+i)^2} + \frac{F}{(1+i)^3} + \frac{F}{(1+i)^4} + \frac{F}{(1+i)^5} + \frac{F}{(1+i)^6} + \frac{F}{(1+i)^7} +$$

$$+ \frac{F}{(1+i)^8} + \frac{F}{(1+i)^9}$$

$$P = \frac{6.915,93}{(1+0,075)^1} + \frac{6.915,93}{(1+0,075)^2} + \frac{6.915,93}{(1+0,075)^3} + \frac{6.915,93}{(1+0,075)^4} + \frac{6.915,93}{(1+0,075)^5} +$$

$$\frac{6.915,93}{(1+0,075)^6} + \frac{6.915,93}{(1+0,075)^7} + \frac{6.915,93}{(1+0,075)^8} + \frac{6.915,93}{(1+0,075)^9}$$

$$P = \$6.433,42 + \$5.987,81 + \$5.568,38 + \$5.180,24 + \$4.819,25 +$$

$$\$4.482,13 + \$4.168,73 + \$3.878,64 + 3.607,68$$

$$P = \$44.126,28$$

La inversión de la alternativa A, se recuperara en un periodo de 9 meses.

Relación costo – beneficio

$$\text{Relación_Costo-Beneficio} = \frac{\text{Cantidad_a_Invertir}}{\text{Pérdida_Anual}} \times 100$$

$$\text{Relación_Costo-Beneficio} = \frac{43.470,7}{82.991,18} \times 100$$

$$\text{Relación_Costo-Beneficio} = 52,37\%$$

Esto quiere decir que la efectividad de alternativa “A” es de 47,62%.

Retorno de la inversión de la alternativa “B”

Costo de la pérdida Anual.....	\$ 82.991,18
Gasto de Inversión del primer año.....	\$ 45.186,53

En donde:

P= Es el valor presente a invertir

F= Es el valor futuro a obtener (recuperación de perdidas)

i = Es la tasa de interés

n = Es el número de periodos anuales

$$P = (1+i)^n$$

Dónde:

$$n = 1$$

$$(1+i)^1 = \frac{F}{P}$$

$$(1+i)^1 = \frac{82.991,18}{45.186,53}$$

$$1+i = 1,83$$

$$i = 1 - 1,83 = 0,83\% \text{ anual}$$

$$i = 0,06\% \text{ mensual}$$

Dónde:

$$F = \frac{82.991,18}{12} = \$6.915,93_{\text{mensual}}$$

Se procede a calcular el valor futuro para obtener el periodo de la recuperación de la inversión.

$$P = \frac{F}{(1+i)^1} + \frac{F}{(1+i)^2} + \frac{F}{(1+i)^3} + \frac{F}{(1+i)^4} + \frac{F}{(1+i)^5} + \frac{F}{(1+i)^6} + \frac{F}{(1+i)^7} +$$

$$+ \frac{F}{(1+i)^8} + \frac{F}{(1+i)^9}$$

$$P = \frac{6.915,93}{(1+0,06)^1} + \frac{6.915,93}{(1+0,06)^2} + \frac{6.915,93}{(1+0,06)^3} + \frac{6.915,93}{(1+0,06)^4} + \frac{6.915,93}{(1+0,06)^5} +$$

$$+ \frac{6.915,93}{(1+0,06)^6} + \frac{6.915,93}{(1+0,06)^7} + \frac{6.915,93}{(1+0,06)^8} + \frac{6.915,93}{(1+0,06)^9}$$

$$P = \$6.524,46 + \$6.155,15 + \$5.806,75 + \$5.478,06 + \$5.167,99 +$$

$$\$4.875,46 + \$4.599,49 + \$4.339,14 + \$4.093,53$$

$$P = \$47.040,03$$

La inversión de la Alternativa “B”, se recuperar en un periodo de 9 meses.

Relación costo – beneficio

$$\text{Relación_Costo-Beneficio} = \frac{\text{Cantidad_a_Invertir}}{\text{Pérdida_Anual}} \times 100$$

$$\text{Relación_Costo-Beneficio} = \frac{45.186,53}{82.991,18} \times 100$$

$$\text{Relación_Costo_Beneficio} = 54,44\%$$

Esto quiere decir que la efectividad de la alternativa es de 45,56%.

Luego de los análisis y habiendo obtenido buenos resultados del indicador costo – beneficio de las dos alternativas de solución propuestas a los problemas que se presentan en la máquina Batek (soldado de grupos), y en el soldado eléctrico de intercelda, considerando los pro y contra de cada alternativa se decide escoger la alternativa B con la finalidad de que sirva como proyecto de inversión futura para la empresa Tecnova S.A.

Los beneficios que se presentan con la implementación de la máquina de soldado eléctrico de intercelda automática equipada con dos cabezales:

- Eliminación de la restricción o cuello de botella encontrada en la máquina de soldado eléctrico de intercelda.
- Se lograría tener tecnología actualizada en la línea No.3 (Kraken).
- Se mejora la calidad del soldado de las baterías.
- Incremento de producción por turno.
- Se eliminan errores humanos.

- Se disminuye el número de riesgos potenciales de baterías devueltas por garantías.
- Capacitación técnica a los operadores para mayor confiabilidad con los equipos.

No se escoge la alternativa A para el estudio de esta tesis por los siguientes puntos analizados:

- La Tecnología de la máquina de soldado eléctrico seguirá obsoleta.
- No garantiza que las baterías tengan un buen soldado eléctrico.
- Al año la planta pierde \$355.814,12 por baterías devueltas, por garantías por mal soldadas, por sobres bajos.
- Reducción de la producción por tiempos improductivos.

3.5. Factibilidad de la Propuesta Seleccionada

Las ventajas de la propuesta planteadas que sustentan la factibilidad y viabilidad son:

- Inversión económica menor comparada con las pérdidas de la empresa.
- Implantación de la solución en un menor tiempo.
- Resultados en poco tiempo, la empresa está siempre en la búsqueda de una solución rápida con buenos resultados.
- Resultados económicos positivos.
- Aumento de la productividad y competitividad.
- Reducción del porcentaje de baterías devueltas por garantías.

3.6. Conclusiones

Una vez finalizado los análisis en la Planta Tecnova S.A., se puede concluir que la empresa a nivel nacional es muy reconocida por la

comercialización de la marca BOSCH, por lo cual la coloca como líder en ventas a nivel nacional.

Dentro del presente estudio se puede comprobar que la Planta anualmente pierde dinero por la restricción o cuello de botella originado en la línea de ensamble de baterías, además de perder dinero por baterías devueltas por garantías, debido a mal soldado eléctrico.

Además la Planta presenta retrasos en su producción diaria, esto se debe a tiempos improductivos registrados en la máquina Batek (Kraken) C.O.S. y en el soldado eléctrico, si la batería termina su proceso con algún defecto la misma regresará a Planta por garantías.

3.7. Recomendaciones

Se recomienda a la Planta Tecnova S.A., analizar la propuesta de la adquisición de la máquina automatizada con 2 cabezales y adoptarla como proyecto de inversión para el año 2015.

Al automatizar el soldado eléctrico, se mejora la calidad de las baterías, se elimina la restricción o cuello de botella, se eliminan defectos de soldado, se garantiza un soldado correcto disminuyendo el número de baterías devueltas por garantías.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acumulador: Acumulador o batería de acumuladores es un dispositivo que almacena energía por procedimientos electroquímicos y de la que se puede disponer en forma de electricidad .

Amperios (A): Los amperios se refieren al flujo de corriente entre una fuente de alimentación y un elemento eléctrico.

Amperio-Hora (A-H): Un amperio hora (Ah) es la cantidad de corriente que una fuente de alimentación, tal como una batería, puede proporcionar en una hora, suponiendo que el dispositivo eléctrico produce el mismo amperaje.

Electrolito: Solución de ácido sulfúrico y agua desmineralizada que actúa como conductor de la corriente eléctrica.

Placas: Las placas están constituidas por rejillas moldeadas con aleación plomo-calcio o plomo-antimonio, que sirven de soporte para el material activo y tienen la función de conductor eléctrico.

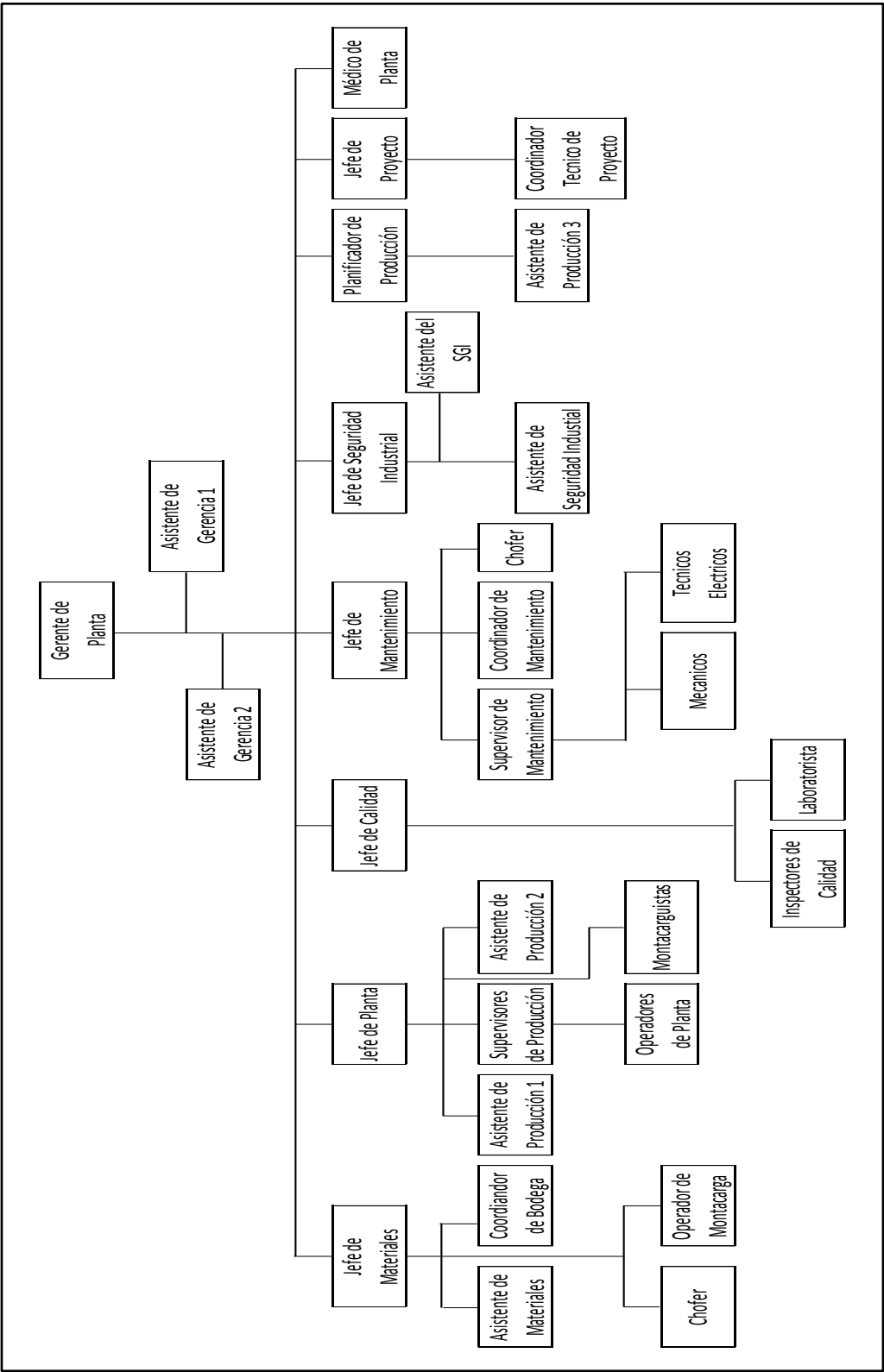
Rejillas: Estructura de aleación plomo-calcio o plomo-antimonio, que sirve de soporte para el material activo.

Separador: El objetivo primordial de los separadores es impedir el contacto metálico entre las placas de polaridad opuesta.

Voltios (V): Unidad de sistema internacional de medida de potencial eléctrico y fuerza electromotriz.

ANEXOS

ANEXO N° 1
ORGANIGRAMA DE PLANTA



Fuente: Intranet
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

ANEXO N° 2

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE OPERACION

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

Pag: 1 DE 1 DOT.: 7

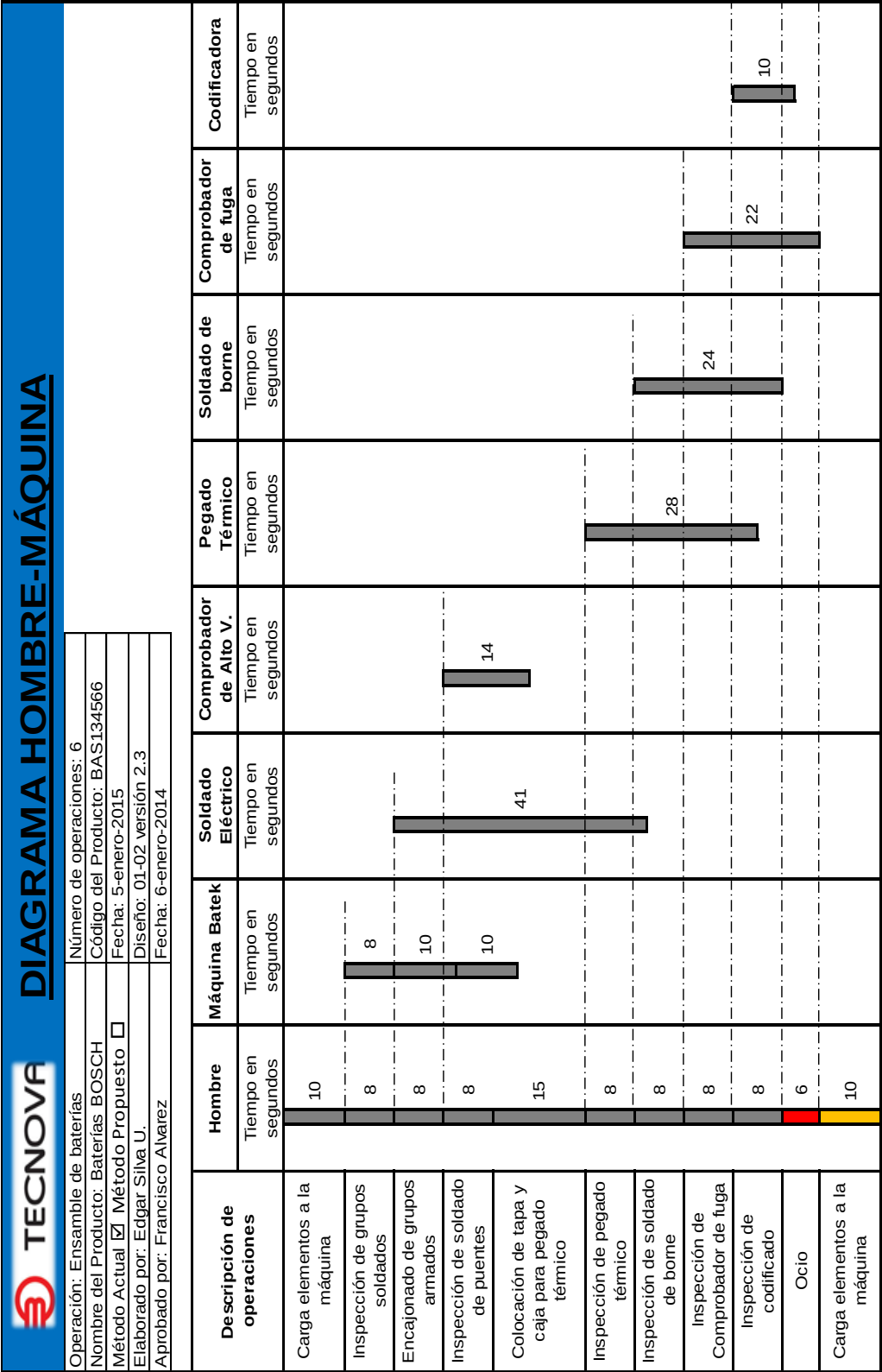
RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		DIFERENCIA	
	N°	Tiempo *	N°	Tiempo *	N°	Tiempo *
○ OPERACIONES	12	200 seg				
⇒ TRANSPORTES	1	67 seg				
□ CONTROLES	5	40 seg				
D ESPERAS	0	0 seg				
▽ ALMACENAMIENTO	1	45 seg				
⊙ ACTIVIDAD COMBINADA						
⇒ DISTANCIA RECORRIDA		metros		metros		metros

TAREA:	Ensamblado de Baterías
REALIZADO POR:	Edgar Silva U.
DIAGRAMA No.:	1
EL DIAGRAMA EMPIEZA:	Máquina Batek (Kraken)
EL DIAGRAMA TERMINA:	Codificadora
DIAGRAMADO POR:	Materiales
ÁREA:	Montaje - Producción
FECHA:	19-ene-15

#	ACTIVIDAD	DIST. Mts.	TIEMPO (Segundos)	SIMBOLOS						OBSERVACION
				○	⇒	□	D	▽	⊙	
1	Puesta de elementos armados en máquina Batek	0	10	●	⇒	□	D	▽	⊙	
2	Alineado de elementos en máquina		8	●	⇒	□	D	▽	⊙	
3	Cepillado de grupos en máquina		10	●	⇒	□	D	▽	⊙	
4	Soldado de grupos en máquina		10	●	⇒	□	D	▽	⊙	
5	Encajonado de grupos armados		8	●	⇒	□	D	▽	⊙	
6	Inspección de grupos soldados		8	○	⇒	■	D	▽	⊙	
8	Soldado eléctrico de puentes		41	●	⇒	□	D	▽	⊙	
9	Comprobador de Alto voltaje		14	●	⇒	□	D	▽	⊙	
11	Inspección de soldado eléctrico		8	○	⇒	■	D	▽	⊙	
12	Colocación de tapa en caja		15	●	⇒	□	D	▽	⊙	
13	Pegado térmico de tapa-caja		28	●	⇒	□	D	▽	⊙	
13	Inspección de Pegado Caja-Tapa		8	○	⇒	■	D	▽	⊙	
15	Soldado de Borne (Terminales)		22	●	⇒	□	D	▽	⊙	
16	Inspección de Soldado de Borne		8	○	⇒	■	D	▽	⊙	
18	Comprobador de Fuga		24	●	⇒	□	D	▽	⊙	
20	Codificadora		10	●	⇒	□	D	▽	⊙	
21	Inspección de Codificado		8	○	⇒	■	D	▽	⊙	
22	Traslado a percha		67	○	⇒	□	D	▽	⊙	
23	Almacenaje en percha		45	○	⇒	□	D	▽	⊙	
24				○	⇒	□	D	▽	⊙	
25				○	⇒	□	D	▽	⊙	
26				○	⇒	□	D	▽	⊙	
27				○	⇒	□	D	▽	⊙	
28				○	⇒	□	D	▽	⊙	
29				○	⇒	□	D	▽	⊙	
30				○	⇒	□	D	▽	⊙	
31				○	⇒	□	D	▽	⊙	
32				○	⇒	□	D	▽	⊙	
33				○	⇒	□	D	▽	⊙	

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

ANEXO N° 3
DIAGRAMA HOMBRE – MAQUINA



Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

ANEXO N° 4

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

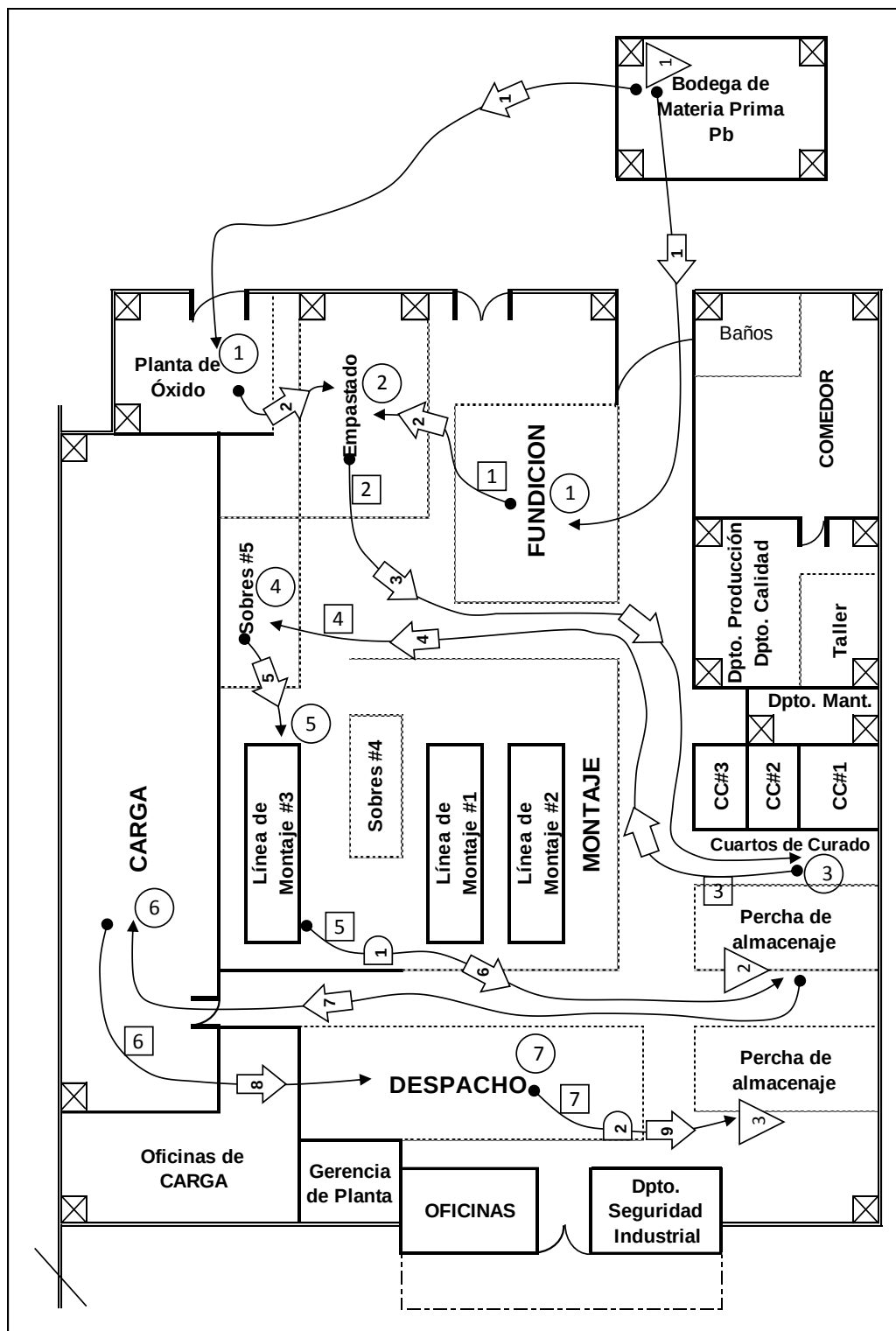
Proceso: Ensamble de Baterías**Inicio:** Máquina Batek (Kraken)**Método:** Actual**Fin:** Codificadora**RESUMEN**

Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (Seg.)
○	Operación	8	187 seg.
□	Inspección	6	48 seg.
		14	235 seg.

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

ANEXO N° 5

DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PLANTA TECNOVA S.A.



Fuente: Tecnova S.A.

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

ANEXO N° 6

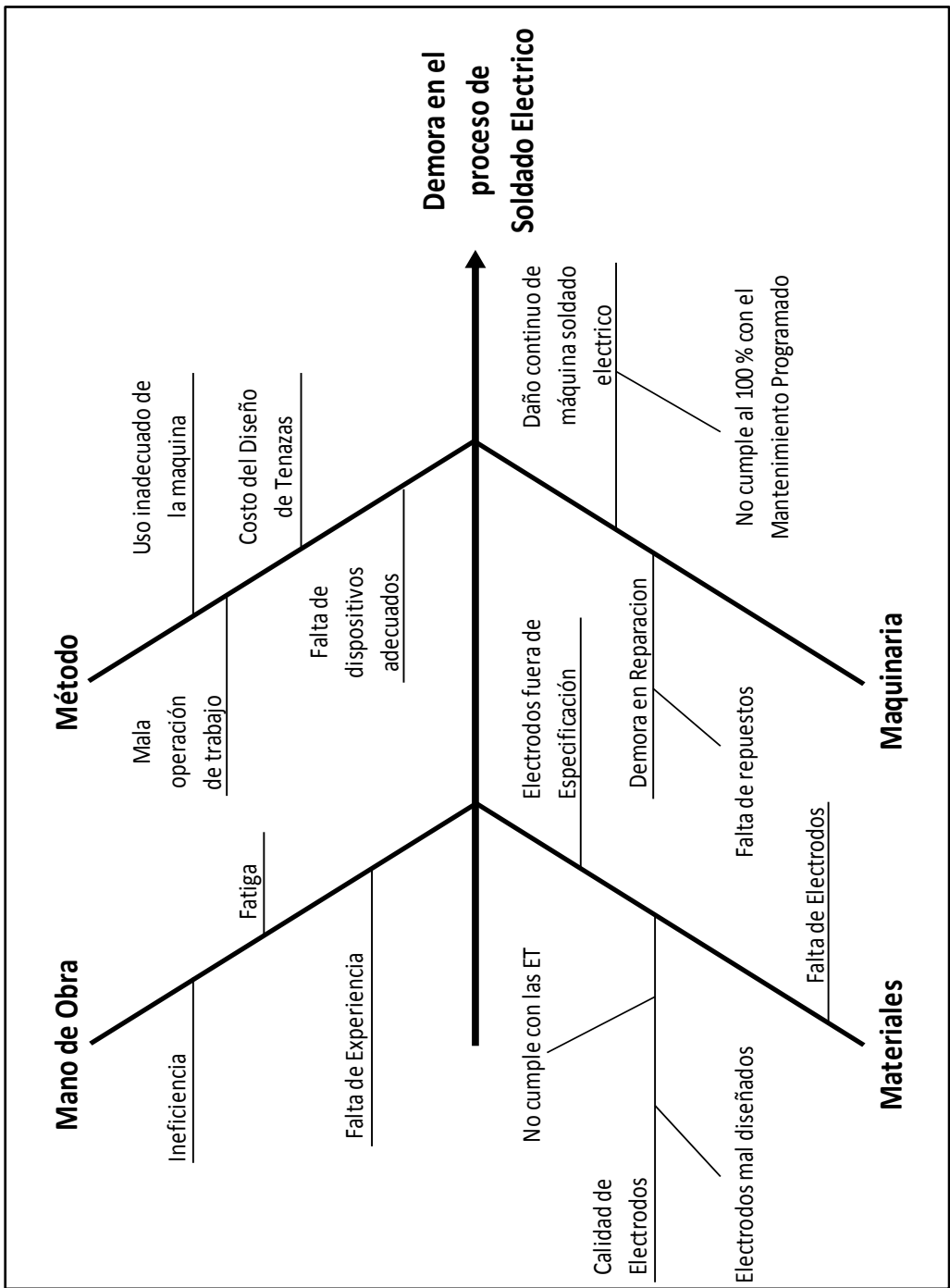
ANÁLISIS DE MÉTODOS Y TIEMPOS DE TRABAJO ESTACIONES

PRE-ENSAMBLE

Elementos		Descripción simplifica del trabajo		NUMERO DE RELIEVES OBSERVADOS										Número Relieves		Tiempo Total		Tiempo Medio		Tiempo Normal		Factor de Nivelación		Factor de Mayoración		Tiempo Estándar		PI/H		H-H	
Tiempo Velocidad = 100%		1	2	3	4	5	6	Nº		Tt		Tm		V		Tn		K1		K2											
Parcial		12	10	11	12			4		45		11,25		93,75		10,547		0		17		12,340		292		0,00342					
Velocidad		90	100	95	90																										
Parcial		25	25	25	25			4		100		25		100		25		0		17		29,3		123		0,00813					
Velocidad		100	100	100	100																										
Parcial		18	18	18	18			4		72		18		100		18		0		17		21,1		171		0,00584					
Velocidad		100	100	100	100																										
Parcial		10	12	11	11			4		44		11		101		11		0		17		13		276		0,00362					
Velocidad		110	95	100	100																										
Parcial		9	8	10	9			4		36		9		95		9		0		17		10		360		0,00277					
Velocidad		95	100	90	95																										
Parcial		32	31	30	32			4		125		31,25		93,75		29,297		0		17		34,277		105		0,00952					
Velocidad		90	95	100	90																										
Parcial		28	30	28	26			4		112		28		101,25		28,350		0		17		33,170		109		0,00917					
Velocidad		100	95	100	110																										
Parcial		24	24	24	24			4		96		24		100		24		0		17		28,1		128		0,00781					
Velocidad		100	100	100	100																										
Parcial		22	22	22	22			4		88		22		100		22		0		17		25,7		140		0,00714					
Velocidad		100	100	100	100																										
Parcial		10	12	10	13			4		45		11,25		96,25		10,828		0		17		12,669		284		0,00352					
Velocidad		100	95	100	90																										
Tt. = Tiempo total		Crónometro utilizado en el estudio					Factor de nivel. K1		Sistema de suplementos por des canso en porcentaje de los tiempos basicos = K1 + K2		Total		219,620		%																
Tt. Tiempo observado = segundos		☐ Sexagesimal ☐ Decimal de minuto					Factor de nivel. K1		Factor de mayoración: K2		H		M		H		M														
Tm. = Tiempo medio		☐ 1/60 seg					Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)		Suplemento por necesidades personales		5				Calidad del aire																
Tn. = Tiempo observado/Nº de relieves		☐ Digital a base de puls. ☐ 100 seg					Pesó levantado o fuerza		Suplemento básico por fatiga		4				Tensión visual																
obs.		☐ Reloj Sexagesimal ☐ Manifiestera					Peso o levantado o fuerza		Suplemento por trabajo de pie		2				Tensión auditiva																
TA = Tn (1 + % Sup.)		V = Velocidad o ritmo de trabajo = Valoración					%		Suplemento por postura anormal:						Tensión mental																
TA = min./Unidades		Tiempo normal = Tiempo básico					Hombre		Tiempo observado x valor atribuido/valor tipo						Monotonía mental																
Prod./Hora = 60/TA		Valor tipo = 100					Mujer		1) Ligeración incómoda						Monotonía física																
PI/H = unidades/hora		Tn = Tm x Valor medio atribuido/Valor tipo							2) Incómoda (inclinado)																						
Horas-Hombre = H-H		Aplicando la norma británica (0-100)							3) Muy incómoda (echado es tirado)																						
H.H = Dot/Prod./Hora		0 - 50 - 75 - 100 - 125 - 150							Intensidad de la luz																						
H.M= 1/Prod./Hora																															
Producción por hora																															
115 BA's / hora																															

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

ANEXO N° 7
DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO



Fuente: Departamento de Mantenimiento
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

ANEXO N° 8

REGISTRO DE NOVEDADES 2014

 RESGISTRO DE NOVEDADES 2014 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN							
Meses	Semanas	Turno	Sup.	Máquina	Descripción del Evento	Status	Duración (Minutos)
Ene	Sem 1	2	SR	Soldado de Borne L3	Problemas de soldado con cabezal #1	Operativa	120
	Sem 2	3	JR	Pegado Termico L3	Problemas de Pegado termico con la 42 HP S4	Pendiente	180
	Sem 3	1	LS	Kraken	Problemas con la Bomba de Plomo	Pendiente	480
	Sem 4	3	SR	Comprobador de Fuga L3	Problemas con las electrovalvulas	Operativa	60
	Sem 5	2	LS	Soldado Electrico L3	Problemas de soldado, burbuja de aire 34 HP S4	Operativa	120
Feb	Sem 6	1	SR	Kraken	Problemas con las resistencias del molde de la 24 -34	Operativa	180
	Sem 7	3	LS	Soldado Electrico L3	Problemas con las tenazas	Operativa	90
	Sem 8	2	JR	Soldado Electrico L3	Falla en el supervisor de voltaje, variación de voltaje	Operativa	30
	Sem 9	2	SR	Kraken	No sube plomo, tubo de alimentación tapado	Pendiente	480
Mar	Sem 10	3	LS	Pegado Termico L3	Resistencias quemadas del molde	Operativa	120
	Sem 11	1	SR	Kraken	Problemas con los botadores del molde	Operativa	180
	Sem 12	2	JR	Kraken	Problemas con la bomba que inyecta plomo al molde	Pendiente	480
	Sem 13	1	LS	Soldado Electrico L3	Soldado deficiente, burbuja de iare	Operativa	120
Abr	Sem 14	1	SR	Pegado Termico L3	Problemas de fuga, pegado mal cuadrado	Operativa	720
	Sem 15	3	JR	Pegado Termico L3	Problemas con las resistencias del molde inferior	Operativa	180
	Sem 16	3	SR	Kraken	Daño en el cepillo del Flux	Operativa	480
	Sem 17	2	LS	Soldado Electrico L3	Problemas con las tenazas de soldado	Operativa	360
	Sem 18	2	JR	Soldado Electrico L3	Problemas con los electrodos de soldado	Operativa	180

Fuente: Departamento de Producción
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

REGISTRO DE NOVEDADES 2014

May	Sem 19	3	SR	Kraken	Problemas con los botadores del molde	Operativa	180
	Sem 20	1	LS	Comprobador de Fuga L3	Cabezal #2 no baja	Operativa	60
	Sem 21	2	JR	Soldado Electrico L3	Falla en el supervisor de voltaje, variación de voltaie	Pendiente	90
	Sem 22	2	SR	Kraken	Resistencias quemadas del molde	Operativa	120
Jun	Sem 23	3	LS	Kraken	No sube plomo, tubo de alimentación tapado	Operativa	480
	Sem 24	2	SR	Soldado Electrico L3	Burbuja interna de plomo en BA's 42 HP S4	Operativa	180
	Sem 25	3	LS	Comprobador de Fuga L3	Problemas con la valvula de aire comprimido	Pendiente	90
	Sem 26	2	JR	Soldado Electrico L3	Problemas con las tenazas	Operativa	420
Jul	Sem 27	3	SR	Codificadora	Laser no calienta	Operativa	960
	Sem 28	2	LS	Kraken	Problemas con el alineador de banderas	Operativa	180
	Sem 29	2	SR	Pegado Termico L3	Problemas de fuga interna en BA's 66 FE S4	Operativa	360
	Sem 30	1	JR	Soldado Electrico L3	Variación de voltaje	Operativa	180
	Sem 31	3	SR	Pegado Termico L3	Resistencias quemadas del molde	Operativa	180
Ago	Sem 32	3	LS	Soldado Electrico L3	Problemas con los electrodos de soldado	Pendiente	420
	Sem 33	3	SR	Pegado Termico L3	Molde superior no esta quemando la tapa	Operativa	360
	Sem 34	2	JR	Comprobador de Fuga L3	Fuga de aire comprimido en las tuberias	Operativa	180
	Sem 35	1	SR	Pegado Termico L3	No sube tempratura, resistencias quemadas	Operativa	480
Sep	Sem 36	2	LS	Pegado Termico L3	Molde inferior desnivelado	Operativa	360
	Sem 37	2	JR	Comprobador de Fuga L3	Piston de cabezal #1 averiado	Operativa	120
	Sem 38	3	SR	Kraken	Bomba no inyecta plomo al molde	Operativa	480
	Sem 39	2	LS	Soldado Electrico L3	Burbuja interna de plomo en BA's 42 HP S4	Pendiente	240
	Sem 40	2	JR	Pegado Termico L3	No quema la tapa	Operativa	360

Fuente: Departamento de Producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

REGISTRO DE NOVEDADES 2014

Oct	Sem 41	3	SR	Soldado Electrico L3	Problemas con los electrodos de soldado	Operativa	180
	Sem 42	2	LS	Codificadora	Se salta breaker de la consola	Pendiente	660
	Sem 43	3	JR	Pegado Termico L3	No calienta molde inferior	Pendiente	780
	Sem 44	1	SR	Comprobador de Fuga L3	Valvula averiada	Operativa	480
Nov	Sem 45	3	LS	Soldado de Borne L3	No funde bien los terminales, electrodos desgastados	Operativa	120
	Sem 46	2	JR	Soldado Electrico L3	Variación de voltaje	Operativa	180
	Sem 47	2	SR	Soldado Electrico L3	Problemas de soldado burbuja de aire	Operativa	180
	Sem 48	1	LS	Comprobador de Fuga L3	Manometro de presion averiado	Operativa	120
Dic	Sem 49	1	JR	Soldado de Borne L3	Cabezal #1 no sube	Operativa	180
	Sem 50	3	SR	Codificadora	No calienta laser	Operativa	1320
	Sem 51	2	LS	Comprobador de Fuga L3	No suben los cabezales	Operativa	360
	Sem 52	1	JR	Soldado Electrico L3	Problemas con las tenazas	Operativa	240

Fuente: Departamento de Producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

ANEXO N° 9

REGISTRO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO 2014

[illegible]

Fuente: Departamento de Mantenimiento
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

ANEXO N° 10
REGISTRO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DIARIO ENERO
2014

REGISTRO DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DIARIO ENERO 2014																															
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																															
Días del Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Mantenimiento Programado		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Chequear nivel de plomo		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Revisión de empaque que une el crisol con el molde		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Chequeo inyección de plomo		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Preparación de Máquina		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Chequeo de alibración de Cepillos		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Chequeo nivel de Flux		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Chequeo de flujo de agua para enfriamiento		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Chequear velocidad de Cepillado		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Cambio de molde		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Limpieza de conductos de alimentación de plomo		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Chequeo general de resistencias y termocuplas		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Limpieza		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Limpieza general		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Limpia bandeja para recolección de polvo		x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Duración (Horas)		3 Horas																													
Ejecutado por: Ing. Max Torres										Codigo: MDM-091										Total de Horas de Paro : 51 Horas											
Jefe Inmediato: Ing. Carlos Menendez										Fecha: 1 al 31 de Enero 2014										Programado (ENERO)											

Fuente: Departamento de Mantenimiento
Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

ANEXO N° 11
REGISTRO ANUAL DE GARANTÍAS 2014

REGISTRO ANUAL DE GARANTÍAS 2014													
DEPARTAMENTO DE GARANTÍAS													
Meses	Ventas a Nivel Nacional	NS 40 ST	24 HP	34 HP	42 HP	55 HP	66 FE	30 H-HD	31 FE	N 100 HD	N 150 HD	N 200 HD	Total de Garantías
Enero	58.420	36	81	85	104	95	64	14	17	7	4	5	512
Febrero	57.450	71	86	104	153	131	148	17	22	8	6	6	752
Marzo	61.550	76	132	138	173	147	128	25	25	9	3	4	860
Abril	60.450	45	94	48	115	93	65	21	17	11	8	3	520
Mayo	61.840	55	58	125	157	96	88	14	36	12	2	2	645
Junio	63.380	45	142	168	173	127	136	34	24	8	9	4	870
Julio	65.890	67	75	94	163	168	80	27	38	13	14	11	750
Agosto	66.540	34	148	167	193	154	182	26	44	18	10	9	985
Septiembre	60.560	12	46	35	132	79	124	17	19	8	4	4	480
Octubre	61.800	45	25	56	115	84	106	23	32	9	3	8	506
Noviembre	59.550	34	127	145	112	35	114	15	18	11	5	4	620
Diciembre	60.320	20	136	185	88	47	93	25	23	8	5	5	635
Total	737.750	540	1.150	1.350	1.678	1.256	1.328	258	315	122	73	65	8.135

Fuente: Departamento de Garantías

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

ANEXO N° 12

REGISTRO DE PRODUCCION KRAKEN 2014

REGISTRO DE PRODUCCION KRAKEN 2014																																						
Meses		DIAS																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
Enero		779	941	1120	0	945	1180	991	970	1439			1020	760	990	1147	1091			1156	1190	900	1150	1131			1134	1130	906	1280	1145							
Febrero			443	1050	1117	401	46	104		835	859	1051	751	1120	1072		678	1076	916	980	780			990	1199	1215	1130	1100										
Marzo	568				780	1110	1130	933		990	560	1156	984	1198	1281		1155	967	847	1153	978	912		1003	835	994	750	761			1128							
Abril	1130	994	793	1201	300		1100	851	1120	1121	486	689		1204	950	1120	1234				1118	1121	1220	1134	1158	975		980	1120	1121								
Mayo	958	1200			592	879	1000	408	1101			1201	1197	1145	990	985	1113		1134	930	1145	750	1201	580		998	980	876	753	1204	1133							
Junio		1214	1274	450	1143	1080		491	890	721	1120	1035	1145	1147		741	762	910	445	707			560	790	1140	780	1250	1130		1206								
Julio	820	686	650	1134			945	780	1134	565	1115			1134	863	1198	760	1150	1223		1127	1114	1000	1101	1342			1150	1140	1320	1120							
Agosto	1140	1262		1210	1215	1120	860	980			545	1134	1143	1198	1210			820	839	1156	1150	1250			1245	681	1304	1176	1120	1245								
Septiembre	980	1115	400	750	1009	1146		1001	890	650	1092	862	990		834	430	1000	990	1093	990		980	780	950	450	1178			950	1243								
Octubre	1087	780	652		184	450	1120	934	1123				1150	630	1134	950	820	1178	363	450	980	1156	1220	940	1138		820	934	1065	500	636							
Noviembre				235	639	554		221		996	430	1150	995	1020	1221		650	992	730	1190	780		290	930	820	1150	124	233										
Diciembre	1221	665	740	377	980			670	456	750	663	1201			940	1157	1103	1030	937	991		1175	1230			942	1210											
Total Producidas	Enero	24495		Febrero	18913		Marzo	22173		Abril	24240		Mayo	24453		Junio	22131		Julio	24571		Agosto	25003		Septiembre	22753		Octubre	22394		Noviembre	15350		Diciembre	18438		TOTAL ANUAL	264914
KRAKEN																																						

Fuente: Departamento de Producción

Elaborado por: Silva Urgilés Edgar Kenneth

BIBLIOGRAFÍA

Tecnova S.A. – BOSCH Ecuador, <http://www.boschecuador.com>

Benjamín W. Niebel - Métodos, estándares y diseño de trabajo,
<http://bioacademia.com.mx/portaleducativo/cursos cortos/pdfscursos/competitividad/herramientas.pdf>

Van Zandweghe Hnos. - Manual de Baterías de arranque,
http://baterias.com.ar/pdf/arranque/VZH_manual_Baterias_Automotrices.pdf

Multainers – Cajas, tapas y partes para baterías,
<http://www.multainers.com.co/cajas.html>

Entek – Lead-Acid separators, <http://entek.com/lead-acid/>

Fundametz, <http://www.fundametz.com/productos.htm>

COBYMA - Cobre y metales aleados, <http://fundicion-cobre-bronce.com/aleaciones-con-alto-contenido-de-cobre.html>

Ecuador Legal On line – Código de trabajo 2015,
<http://www.ecuadorlegalonline.com/laboral/horas-extras/>