

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil Industrial



**Propuesta de un Modelo de Mejora para el aumento de la
productividad en línea de producción de 1 Galón en Empresa INESA
CHILE S.A.**

Por

Gerald Sebastián Araya Parada

Oscar Andrés Olavarría Vásquez

Trabajo de Título para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la
Ingeniería y Título de Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Paula Quiroz

Enero, 2015

*... "No importa cuán estrecho sea el camino,
Ni cuan cargada de castigos la sentencia,
Soy el amo de mi destino,
Soy el capitán de mi alma."*

*A Dios por la vida que me ha tocado vivir,
A mis Padres por enseñarme como vivirla...
Y a mi compañero Oscar por su dedicación y compañía.*

Gerald Sebastián Araya Parada.

*“Quiero agradecer a mis Padres por el apoyo que me entregaron a lo largo de mi vida y de
mi carrera.
También a mi futura esposa María Cristina Paz por ser el pilar fundamental en esta travesía
y a mi hijo Vicente que fue la fuerza para poder lograr mi objetivo como profesional.
A mi compañero Gerald Araya que fue mi partner y mi amigo en este trabajo.
A mis abuelos y familiares que me entregaron todas sus fuerzas y apoyo.
Agradecer a Dios por darme todo lo que tengo.
Gracias Totales....”*

Oscar Andrés Olavarría Vásquez.

Índice

Glosario.....	7
Lista de abreviatura y siglas	8
Lista de Figuras	9
Lista de Tablas.....	10
Lista de Formatos.....	11
Resumen Ejecutivo	12
Introducción.....	13
CAPÍTULO I	14
I. Entorno del Proyecto.	14
I.1. La Empresa.....	15
I.1.1. Identificación de la Empresa.	15
I.1.2. Actividad o Giro.	15
I.1.3. Reseña Histórica.	16
I.1.4. Misión.....	20
I.1.5. Visión.....	20
I.1.6. Organigrama de la Empresa, Planta Cerrillos.	21
CAPÍTULO II	22
II. Identificación del Problema.	22
II.1. Objetivos.....	23
II.1.1. Objetivo General.....	23
II.1.2. Objetivos Específicos.	23
CAPÍTULO III	24
III. Marco Teórico.	24
III.1. Árbol de las Realidades Actuales (ARA).	24
III.2. Principio de Pareto.....	24
III.2.1. Las Características principales	25

III.2.2.	Tablas y Diagramas de Pareto.	25
III.2.2.1.	Características principales.	25
III.2.2.2.	Tabla y Diagrama de Pareto.	26
III.3.	Mantenimiento Productivo Total (MPT).	27
III.3.1	Evolución del Mantenimiento.	27
III.3.2.	Definición del TPM.	28
III.3.3.	Implementación del TPM	30
III.3.4.	Las seis pérdidas del TPM.	31
III.3.4.1.	Pérdidas por Paradas. (Disponibilidad)	31
III.3.4.2.	Pérdidas de Velocidad. (Rendimiento).....	32
III.3.4.3.	Pérdidas por Defectos. (Calidad).....	32
III.3.5.	Objetivos del TPM.....	33
III.3.6.	Medición a través de OEE (Eficiencia General de los Equipos).	34
III.3.6.1.	Eficacia del equipo	35
III.3.7.	Los pilares del TPM.	38
CAPÍTULO IV.....		41
IV.	Metodología.....	41
IV.1.	Familiarización con los procesos de la Línea de Producción.	41
IV.2.	Levantamiento de Información.....	41
IV.3.	Análisis de las causas que afectan a la línea de producción de 1 GL.	42
IV.4.	Priorización de las causas que afectan a la línea de producción de 1 GL.	44
IV.5.	Evaluación del impacto de las causas.....	48
IV.6.	Elaboración de la Propuesta.	49
IV.7.	Conclusiones.....	49
CAPÍTULO V.....		50
V.	Aplicación de la Metodología.	50
V.1.	Familiarización con los procesos de la Línea de Producción.	50
V.2.	Levantamiento de Información.....	52

V.3.	Análisis de las causas que afectan a la línea de producción de 1 GL.	56
V.4.	Priorización de las causas que afectan a la línea de producción de 1 GL.	70
V.5.	Evaluación del impacto de las causas.....	79
V.6.	Elaboración de la Propuesta.	80
V.6.1.	Modelo de Mejora para el Aumento de la Productividad.	83
V.6.1.1	Planificación	84
V.6.1.2.	Medición & Seguimiento	92
V.6.1.3	Revisión & Mejoras	99
V.7.	Conclusiones.....	101
V.8	Recomendaciones.	103
<u>Bibliografía.....</u>		104
ANEXOS.....		105
Anexo N°1:	Formato Minuta de Reunión.	106
Anexo N° 2:	Dimensiones del Producto.	108
Anexo N° 3:	Planilla para poder determinar el comportamiento de la línea.....	109
Anexo N° 4:	Frecuencias de detenciones correspondientes al mes de Enero.....	114
Anexo N° 5:	Eficiencia anual.....	118
Anexo N° 6:	Tasa de Disponibilidad.	119
Anexo N° 7:	Porcentaje de Calidad.	125
Anexo N° 8:	Tablas de MTBF.	131
Anexo N° 9:	Tabla de MTTR.....	136
Anexo N° 10:	Tablas de ayuda para la toma de datos.	142
Anexo N° 11:	Fotografías de la línea de producción.....	144

Glosario

Líneas: Conjunto de máquinas dispuestas en forma lineal que permiten la fabricación y armado de un envase de hojalata.

Costura Lateral: Unión de los extremos de un cuerpo rectangular de hojalata, que permite la confección de un cilindro que finalmente se convertirá en envase.

Electro soldado: Costura lateral del envase, en donde la unión para formar el cilindro se logra a través de una máquina que solda por resistencia en forma continua.

Cemento Lateral: Compuesto utilizado para pegar y sellar una costura lateral emballetada.

Hojalata: Lámina de acero recubierta con capas de estaño por ambos lados, en la cual se pueden aplicar barnices sanitarios y que sirve para la fabricación de envases conserveros.

No Conformidad: Desviación de una práctica / requisito técnico que se genera o continúa existiendo, más allá del punto del ciclo de reparación en el que dicha desviación debería haber sido reelaborada, reparada o eliminada de otro modo.

Partes Interesadas: En esta definición se incluye a clientes y usuarios finales, personal de la organización, propietarios (inversionistas, accionistas, personas o grupos), incluyendo al sector público, que tiene interés específico en la organización, proveedores y aliados de negocios y a la sociedad, en términos de la comunidad y el público afectado por la organización o sus productos.

Cuerpo de Hojalata: Es una parte de la lámina de hojalata, que es utilizada para la elaboración del envase.

Lista de abreviatura y siglas

S.A: Sociedad Anónima.

GI: Galón.

ARA: Árbol de las Realidades Actuales.

TPM: Mantenimiento Productivo Total.

TOC: Teoría de las Restricciones.

I + D: Investigación y Desarrollo.

OEE: Eficiencia General de los equipos.

MTBF: Mean Time Between Failures, Tiempo medio entre fallas.

MTTR: Mean Time To Repair, Tiempo medio para reparar.

JIPM: Japan Institute of Plant Maintenance.

JIT: Just In Time.

O.T: Orden de Trabajo.

Lista de Figuras

Figura 1: Organigrama de la Empresa.	21
Figura 2: Diagrama de Pareto.....	26
Figura 3: Representación de la relación entre las seis pérdidas y las tasas de un equipo. .	33
Figura 4: Tiempo de Carga.	35
Figura 5: Tiempo de Operación.	36
Figura 6: Tiempo de Operación Neta.	37
Figura 7: Diagrama Causa Efecto.	43
Figura 8: Diagrama de Flujo.	45
Figura 9: Línea productiva de 1 Gl.	51
Figura 10: Diagrama de Flujo Actual de la Línea productiva de 1 Gl.	55
Figura 11: Desglose del Problema Principal.	57
Figura 12: Desglose de Falla de Máquina.....	59
Figura 13: Desglose de Bajo Rendimiento.	61
Figura 14: Desglose del Desbalanceo de Línea.	63
Figura 15: Desglose de Fallas por Materia Prima.	65
Figura 16: Desglose de Falta de Stock.	67
Figura 17: Desglose de los Problemas en la Planificación.	69
Figura 18: Diagrama de Pareto, Causas de detención.	71
Figura 19: Diagrama de Pareto, Soldadora de Ojos 1.	72
Figura 20: Diagrama de Pareto, Soldadora de Ojos 2.	73
Figura 21: Diagrama de Pareto, Manijera 2.	74
Figura 22: Diagrama de Pareto, Manijera 1.	76
Figura 23: Diagrama de Pareto, Soldadora Eléctrica.....	77
Figura 24: Diagrama de Pareto, Cerradora de Argollas.....	78
Figura 25: Las 6 Pérdidas del TPM.	81
Figura 26: Los Pilares del TPM.....	82
Figura 27: Modelo de mejora.	83
Figura 28: Diagrama de Flujo de la Propuesta.....	91
Figura 29: Diagrama de Pareto, Enero (T1).	111
Figura 30: Diagrama de Pareto, Enero (T2).	113

Lista de Tablas

Tabla 1: Identificación de la Empresa.....	15
Tabla 2: Ejemplo de Tabla de Pareto.....	26
Tabla 3: Evolución temporal de Mantenimiento.....	28
Tabla 4: Producción Total del mes de Enero.....	52
Tabla 5: Producción por máquina (real v/s estándar).....	53
Tabla N° 6: Comportamiento de la Línea.....	54
Tabla N° 7: Tabla de Pareto de Causas de detención.....	70
Tabla N° 8: Tabla de Pareto Soldadora de Ojos 1.....	72
Tabla N° 9: Tabla de Pareto Soldadora de Ojos 2.....	73
Tabla N° 10: Tabla de Pareto, Manijera 2.....	74
Tabla N° 11: Tabla de Pareto, Manijera 1.....	75
Tabla N° 12: Tabla de Pareto, Soldadora Eléctrica.....	76
Tabla N° 13: Tabla de Pareto, Cerradora de Argollas.....	77
Tabla 14: Porcentajes de Disponibilidad.....	93
Tabla 15: Porcentajes de Calidad.....	94
Tabla 16: Tasa Media entre Fallas.....	95
Tabla 17: Tiempo Medio para Reparar.....	96
Tabla 18: Resumen de Indicadores.....	97
Tabla 19: Tabla de Pareto, Enero (T1).....	111
Tabla 20: Tabla de Pareto, Enero (T2).....	113

Lista de Formatos

Formato 1: Inspección General Diaria (Gama).....	85
Formato 2: Orden de Trabajo.....	87
Formato 3: Minuta de Reunión.....	106

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo de título busca establecer un modelo de mejora para la línea de producción de 1 Galón, siendo la más importante en la empresa, ya que es en ella donde se elabora el producto más demandado en el mercado nacional. Debido a ésta demanda y en base a los resultados presentados en el informe es que se verán reflejados aumentos en la productividad y un mayor compromiso con los pedidos de los clientes.

Empresa INESA Chile S.A. es una empresa fabricante y comercializadora de envases de hojalata y tapas de aluminio, obteniendo a través del tiempo una consolidación en el mercado.

Durante los años INESA Chile S.A. se fue expandiendo a distintas regiones del continente, situando su casa matriz en Argentina. Dentro de la variedad de productos que ofrece INESA, el que mayor demanda posee es el envase pinturero de un galón, obteniendo clientes importantes a nivel nacional como lo son Ceresita y Tricolor. Gracias a estos contratos y a la consolidación como empresa es que se alcanzó a obtener la mayor participación del mercado, liderando el rubro.

Dada a la gran ventaja competitiva y la alta participación del mercado es que su visión se enfocó en la oportunidad de la fabricación de envases de un galón, ya que este producto es el que mayor demanda tiene y a su vez genera las mayores utilidades. Es por ello que la línea de un galón se vio afectada por el aumento de la producción, lo cual desencadenó en un sobre esfuerzo de las máquinas involucradas, dando como resultado final: averías, fallas, detenciones no programadas, etc.

Por tanto el problema presentado en la empresa y los estudios pertinentes que se realizaron, se detectó la causa raíz por intermedio de varias herramientas tales como Pareto, árbol de las realidades actuales y la principal el mantenimiento productivo total, gracias a esto es que se realiza un plan de mejora, para así evitar las detenciones no programadas que se presentan frecuentemente. Con esta mejora se espera poder cumplir el objetivo principal, el cual es aumentar la productividad desde un 45% a un 60% y cumplir los compromisos adquiridos con los clientes.

Introducción

Hoy en día, la competitividad y rentabilidad por parte de las empresas a nivel mundial es bastante alto, especialmente en el rubro manufacturero, es por ello que la búsqueda de estrategias por la disminución de los costos de producción toma mayor relevancia, esto sí, sin afectar a la productividad, la cual debe ser un proceso más eficaz y eficiente en el día a día.

En Sudamérica la demanda por el uso de productos como envases de pintura, aerosoles, tarros conserveros y tapas roscas, ha experimentado un aumento en el último tiempo, por lo cual se debe responder a esa necesidad con la oferta correspondiente y en el tiempo preciso, generando una satisfacción en el cliente final.

Actualmente en Chile, el mercado de las pinturas decorativas para hogar según el diario de negocio en Chile, Estrategia Online, alcanza 24 millones de galones anuales (conteniendo cada uno 3,8 litros), durante 2010 Ceresita lideraba el mercado con un 38%, seguida por Tricolor con un 20%. Del resto de las marcas, sin embargo, ninguna sobrepasa el 8% del mercado. Por su parte, en el segmento de pintura industrial, tanto Ceresita como Sherwin Williams compartían en el 2010 un 22% del mercado total, que representa un consumo cercano a 36 millones de galones anuales. Según datos entregados por Tricolor en su análisis razonado, el consumo en Chile alcanza los cuatro litros de pintura decorativa por persona al año.

La empresa INESA S.A. ubicada en la Comuna de Cerrillos, Santiago, líder en producción de envases de hojalata, funciona con diversas líneas de producción en su planta. De las ya mencionadas líneas de producción existentes en la planta, la de 1 galón es la más significativa, ya que da respuesta a la mayor demanda de envases de hojalata, derivando en la generación de mayores ingresos para la empresa. Es aquí donde se centra la oportunidad de mejora en el proceso, debido a los constantes problemas que ésta presenta, tales como: desviaciones en la calidad del producto terminado y el incumplimiento de la oferta comprometida.

CAPÍTULO I

I. Entorno del Proyecto.

Actualmente las empresas fabricantes de envases y tapas roscas pertenecientes al mercado manufacturero, están siendo amenazadas por nuevas empresas que quieren experimentar en el rubro, debido a esta competencia y la variedad de alternativas, es que los clientes están exigiendo un mayor compromiso y una mejor calidad en sus productos, por tanto los líderes del mercado se ven comprometidos, teniendo que responder a estas exigencias para cautivar y satisfacer las necesidades que se presentan.

La fabricación de envases pintureros es la fuente más significativa de la empresa, en la cual la línea de producción de un galón es la que representa la mayor demanda de sus productos, es allí donde la exigencia induce a que las máquinas se vean afectadas, provocando una disminución en la elaboración del producto final y una calidad sub estándar, por lo cual se hace necesario implementar una mejora para el aumento de la productividad y así cumplir con los compromisos adquiridos durante el año, evitando que los clientes principales emigren a la competencia.

Si bien el aumento de la competencia es un hecho actual en el mercado, es que se hace necesario cumplir a cabalidad con los requerimientos que solicita el cliente, otorgando una alta calidad en los productos, es por ello que mediante el plan de mejora que se propone, se buscará otorgar un producto de mejor calidad y así satisfacer las necesidades del cliente.

En este capítulo se presentará una breve historia de la empresa, con sus respectivas certificaciones, especialmente la organización de la Planta Cerrillos, de la cual se está realizando la presente memoria.

I.1. La Empresa.

I.1.1. Identificación de la Empresa.

Tabla 1: Identificación de la Empresa.

Razón Social	INESA Chile S.A
R.U.T	99.505.100-1
Giro	Fabricación y Comercialización de Envases y Tapas.
Dirección	Camino a Melipilla 10.700, Maipú. (Planta Cerrillos)
Teléfono	56-2-8996702
Fax	56-2-5331199
Página Web	www.inesachile.cl

Fuente: INESA Chile S.A, 2007.

I.1.2. Actividad o Giro.

La empresa INESA Chile S.A es una empresa que se dedica a la fabricación de envases y tapas roscas las cuales se dividen en:

- Envases sanitarios para alimentos como: pescados, mariscos, vegetales, frutas, salsas, etc.
- Envases aerosoles, para diversos usos como: insecticidas, lubricantes, siliconas, etc.
- Envases pintureros de 1 galón y ¼ galón.
- Tapas roscas de aluminio, para uso en vinos.

INESA Chile S.A. es una empresa comprometida por medio del diseño, producción, comercialización y servicio post-venta, con la oferta y promoción de soluciones de packaging metálico, también se concentra en lograr la satisfacción plena de sus clientes, en respetar las normativas vigentes aplicables, en la búsqueda permanente de liderazgo, en la vocación por la optimización de los costos y el mejoramiento constante de la calidad.

Actualmente Empresa INESA Chile S.A., cuenta con una dotación de 480 trabajadores a nivel nacional y sólo la Planta Cerrillos posee 360 trabajadores, entre operarios y administrativos, es en esta planta donde se desarrolla el trabajo de título.

I.1.3. Reseña Histórica.

Envases Santiago S.A.

Los orígenes de Fábrica de Envases S.A. o Envases Santiago S.A., datan de 1896, año en que en la ciudad de Valparaíso se crea la Empresa denominada “Talleres G. Breynat y Cía.”; propiedad de los señores George Breynat y Henry Momus.

En el año 1905, la empresa se reorganiza y se convierte en Sociedad Anónima, bajo el nombre de “Fábrica Nacional de Envases y Enlozados S.A.” de la cual en el año 1940 nacen a la vida a la industria chilena dos importantes empresas, por un lado “Fábrica de Enlozados S.A., FENSA” y por otro la empresa: “Fábrica de Envases S.A., FENSA”, cuyo principal objetivo es la fabricación y comercialización de envases de hojalata tanto para la industria conservera, como envases de uso general.

En el año 1959, la empresa se traslada a Santiago ocupando edificios y terrenos de su propiedad, localizados en Maipú. En 1980, suscribe un Convenio de Asistencia Técnica con Metal Box South África Ltda., empresa Sudafricana de origen inglés, líder en la fabricación de envases y maquinarias, accediendo de esta forma a la más avanzada tecnología en empaques y envases. Con anterioridad, entre los años 1955 y 1979, la empresa contó con la asistencia técnica de una empresa de envases de hojalata norteamericana.

La producción básica de Fábrica de Envases S.A., estaba destinada a la fabricación de envases de hojalata, litografía y barnizado de hojalata, servicios de mantenimiento y asesorías técnicas a sus clientes, de acuerdo a los siguientes rubros generales:

- Envases para conservería (pescado, mariscos, frutas, agroindustrias).
- Envases Generales (pinturas, aceites, lubricantes, etc.)
- Productos de caja de fantasía.
- Barnizado y litografía.
- Asistencia técnica.

Para atender las necesidades de producción, la empresa contaba con una gran variedad de equipos, el que se encontraba dividido en cuatro sectores productivos.

Planta Industrial en Iquique.

Durante 1980, se inició la interacción e instalación de maquinaria en una nueva planta ubicada dentro de la zona franca industrial de Iquique, en terrenos entregados en concesión por ZOFRI.

En dichos terrenos se levantó una construcción de 2.000 m² de superficie que incluye bodegas, oficinas y recintos para maquinarias, instalándose en ella líneas para fabricación de envases conserveros de 3 piezas y líneas de fabricación de envases conserveros estampados de 2 piezas.

Bodega de Distribución.

Además, con el ánimo de abastecer los mercados de la zona sur del país, la empresa instaló en la ciudad de Puerto Montt una bodega de distribución de envases, con la cual se abastece, desde la ciudad de Valdivia hasta Punta Arenas, las necesidades de todos sus clientes.

En el año 1991 INESA adquiere los pasivos y activos de Fábrica de Envases S.A. pasando a denominarse Envases Santiago S.A.

Crown Cork Chile S.A.

Los orígenes de Crown Cork datan del año 1892 cuando Williams Painter, fundó Crown Cork en la ciudad de Baltimore.

En el año 1898, Williams Painter instaló la primera coronadora de botellas a pedal (botellas para jugos).

En el año 1906 se expande a Alemania, Francia y Reino Unido, posteriormente, en el año 1919 comienza la fabricación de tapas para bebidas (Crown Caps.).

En el año 1957 Mr. John Connelly, un abastecedor de Crown, toma la presidencia y la lleva hacia el éxito.

Más adelante, en el año 1964, en Chile se funda Crown Cork de Chile S.A., que fue una filial de la Compañía Crown & Seal Inc.

En sus inicios se dedicó principalmente a la fabricación de tapas corona para gaseosas y cervezas, a través de los años se fue diversificando respondiendo a las necesidades y requerimientos del mercado, encontrándose presente en diferentes negocios como:

- Envases sanitarios para alimentos como: pescados, mariscos, vegetales, frutas, salsas, etc.
- Tapas coronas, para uso como gaseosas, cervezas, vinos, etc.
- Envases aerosoles, para diversos usos como: insecticidas, lubricantes, siliconas, etc.
- Tapas roscas de aluminio para uso en: cervezas, gaseosas, juegos, vinos, etc.
- Litografía y barnizado en: Metal (hojalata).

A contar del 01 de Agosto del año 2003 y producto de la fusión de Envases Santiago S.A. con la empresa Crown Cork Chile S.A., nace Envases Cerrillos S.A. bajo el alero del holding INESA CHILE S.A.

A contar del 01 de Agosto del año 2007 la empresa cambia de razón social:
INESA Chile S.A. – Planta Cerrillos.

I.1.4. Misión.

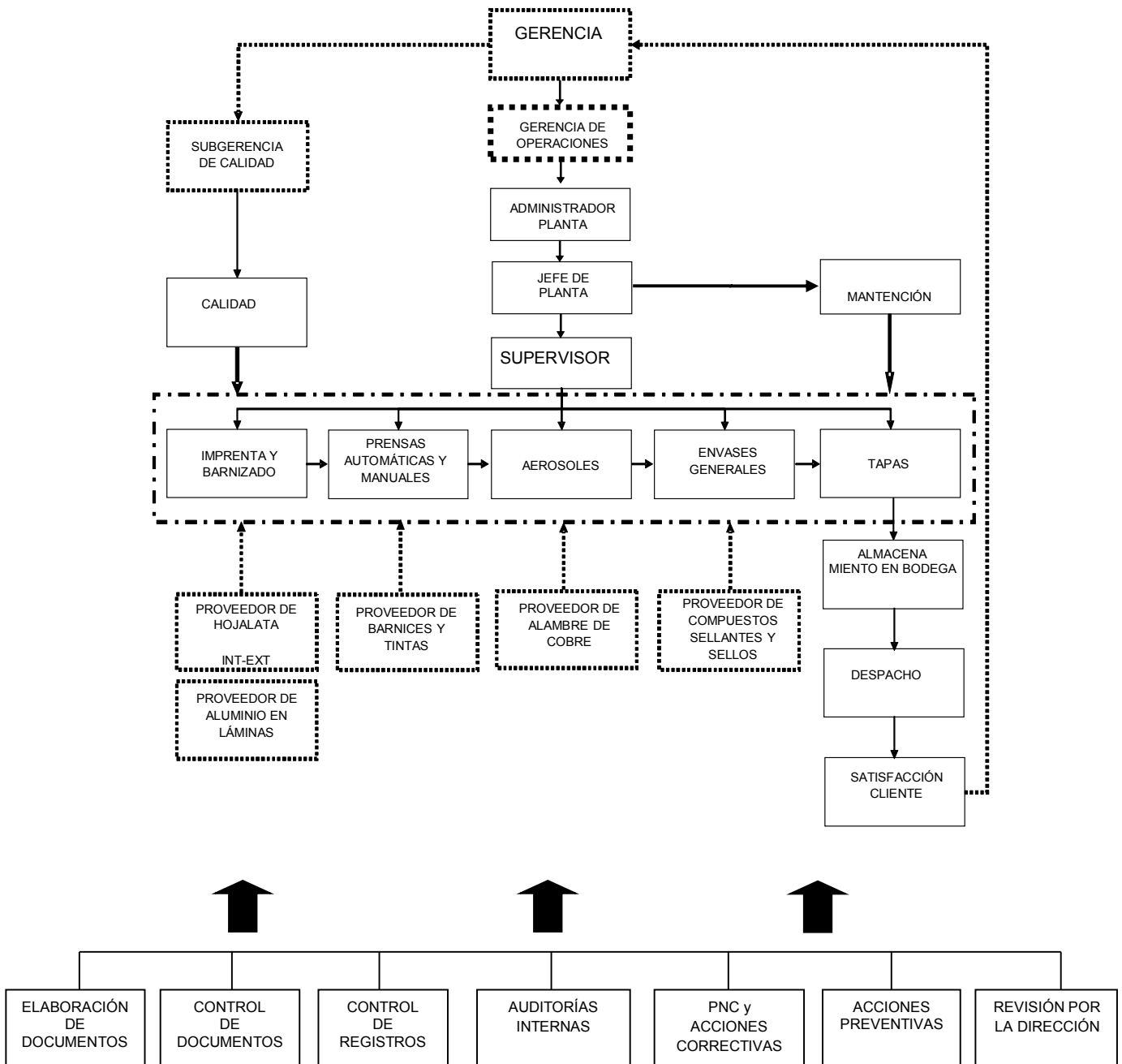
Ser el más importante grupo de empresas de packaging metálico del Cono Sur Americano, aportando al éxito de nuestros clientes con soluciones oportunas, confiables y eficientes, a través de altos estándares de calidad e inversiones necesarias para el desarrollo de nuevos productos.

I.1.5. Visión.

Fortalecer nuestra posición en la industria de envases de hojalata para, desde ahí, diversificar nuestra oferta a nuevas alternativas de packaging, basadas en otras materias primas.

I.1.6. A continuación un organigrama de la Empresa, Planta Cerrillos.

Figura 1: Organigrama de la Empresa.



Fuente: INESA Chile S.A, 2007.

CAPÍTULO II

II. Identificación del Problema.

Para poder identificar el problema se debe analizar ampliamente el funcionamiento de la empresa que actualmente tiene un rol fundamental en el mercado ofreciendo variedades de productos de hojalata y productos de aluminio. Hoy en día la línea productiva que tiene la mayor demanda y los mayores problemas en cuanto a resultado final es la de 1 Galón.

Cuando se informa que ésta última era la línea que mayores problemas presentaba, se comienzan a analizar los hallazgos detectados y se puede descubrir que los datos más relevantes eran los siguientes: continuas averías que sufren las máquinas, exceso en la rotación del personal, la manipulación de las máquinas no era la más adecuada, la falta de insumos y la poca y deficiente mantención que se realizaba.

Adicionalmente la empresa presentaba en su reporte mensual, que su producción real no alcanzaba a cumplir con la producción nominal, lo cual provocaba desviaciones en sus presupuestos, planificaciones imprevistas, alteraciones de entrega en los pedidos al cliente final, lo cual terminaba en una no conformidad, por lo tanto una disminución en la demanda de sus productos y finalmente índices negativos en el flujo económico de la empresa.

II.1. Objetivos.**II.1.1. Objetivo General.**

Proponer un modelo de mejora en la línea de producción de 1 Galón en Empresa INESA Chile S.A., Planta Cerrillos, para aumentar la productividad.

II.1.2. Objetivos Específicos.

- Identificar la situación actual de los procesos involucrados en la línea de producción de 1 Galón.
- Determinar la producción real en relación a la producción nominal de la línea de 1 Galón.
- Identificar, registrar y categorizar donde están las causas indeseadas que afectan principalmente a la línea de producción.
- Diseñar y el modelo de mejora para el aumento de la productividad.

CAPÍTULO III

III. Marco Teórico.

III.1. Árbol de las Realidades Actuales (ARA).

El Árbol de las Realidades Actuales es una herramienta de diagrama Causa y Efecto utilizada en la Teoría de Restricciones (TOC), desarrollada por el Dr. Eliyahu M. Goldratt, la cual es una técnica participativa que ayuda a desarrollar ideas creativas para identificar el problema y organizar la información recolectada, generando un modelo de relaciones causales que lo explican.

Esta técnica facilita la identificación y organización de las causas y consecuencias de un problema. Por tanto es complementaria, y no sustituye, a la información de base.

El tronco del árbol es el problema central y las raíces son las causas.

La lógica es que cada problema es consecuencia de los que aparecen debajo de él y, a su vez, es causante de los que están encima, reflejando la interrelación entre causas y efectos. [Monzó, 2011]

III.2. Principio de Pareto.

El Principio de Pareto es también conocido como la regla del 80-20 y recibe este nombre en honor a Vilfredo Pareto, quien lo enunció por primera vez, este principio afirma que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto.

El análisis de Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto. El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías: Las “pocas vitales” (los elementos muy importantes en su contribución) y los “muchos triviales” (los elementos poco importantes en ella). [González, 2010]

III.2.1. Las Características principales son:

- **Priorización:** Identifica los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.
- **Unificación de Criterios:** Enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.
- **Carácter objetivo:** Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas. [González, 2010]

III.2.2. Tablas y Diagramas de Pareto.

Las tablas y diagramas de Pareto son herramientas de representación utilizadas para visualizar el Análisis de Pareto. [González, 2010]

III.2.2.1. Características principales.

- **Simplicidad:** Tanto la tabla como el Diagrama de Pareto no requieren cálculos complejos ni técnicas sofisticadas de representación gráfica.
- **Impacto Visual:** El Diagrama de Pareto comunica de forma clara, evidente y de un “vistazo”, el resultado del análisis de comparación y priorización. [González, 2010]

III.2.2.2. Tabla y Diagrama de Pareto.

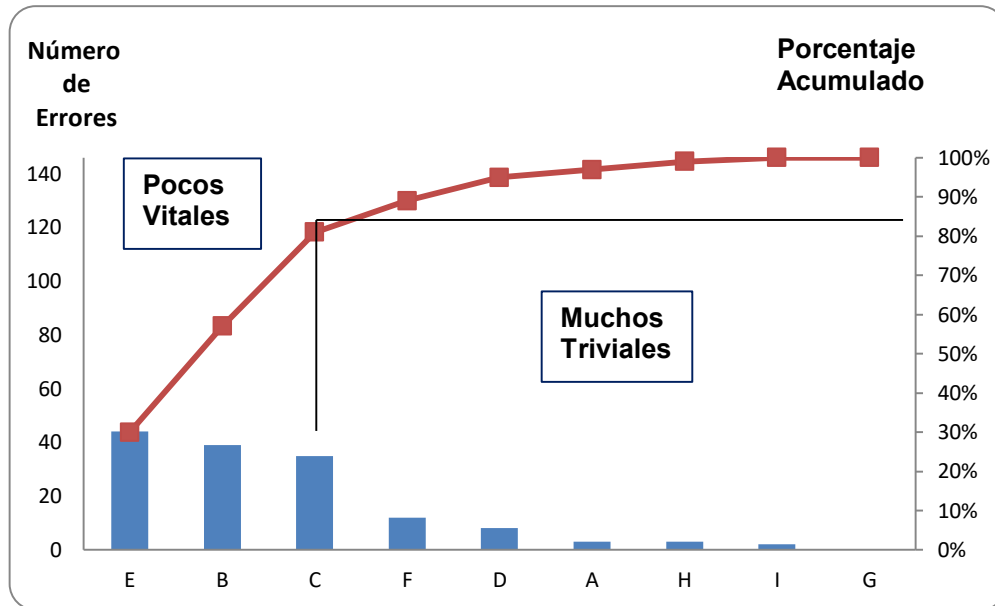
A continuación se muestra un ejemplo de la realización de la tabla y diagrama de Pareto.

Tabla 2: Ejemplo de Tabla de Pareto.

Tipo de Error	Número de Errores	% del Total	% Acumulado del total
E	44	30%	30%
B	39	27%	57%
C	35	24%	81%
F	12	8%	89%
D	8	6%	95%
A	3	2%	97%
H	3	2%	99%
I	2	1%	100%
G	0	0%	100%
TOTAL	146	100%	

Fuente: Elaboración Propia en Base a tablas de Pareto, 2014.

Figura 2: Diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración Propia en Base a Pareto, 2014.

III.3. Mantenimiento Productivo Total (MPT).

III.3.1 Evolución del Mantenimiento.

Historia

Después de la Segunda Guerra Mundial, las industrias japonesas llegaron a la conclusión de que para poder competir en el mercado mundial tenían que mejorar la calidad de sus productos y, para ello, importaron técnicas de fabricación y administración de los Estados Unidos y las adaptaron a su idiosincrasia.

A principios de los años 70 Estados Unidos dominaba el mantenimiento preventivo, el mantenimiento productivo, la prevención del mantenimiento, la ingeniería de confiabilidad, etc. Japón importó estos conceptos y los adaptó al ambiente industrial japonés, lo que dio lugar al TPM. El mantenimiento evolucionó a lo largo del tiempo pasando por las siguientes etapas:

Mantenimiento de averías. En un principio las máquinas se reparaban en el momento de sufrir una avería. Aunque se denomina a esta etapa mantenimiento de averías, la realidad es que no existía el mantenimiento.

Mantenimiento preventivo. Durante la etapa anterior, cuando una máquina fallaba se detenía la producción hasta que era reparada y, como consecuencia, se producían importantes pérdidas. Para evitar estas paradas, se empezaron a realizar estudios de confiabilidad con los que se determinaba la vida útil de los elementos de la máquina y se sustituían antes de que se produjera el fallo.

Mantenimiento productivo. En esta etapa el mantenimiento alcanza la madurez. La planificación del mantenimiento se pone en marcha, una prueba de ello es que las máquinas salen de fábrica con un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo. En esta etapa, el mantenimiento es total. La novedad es que todos los empleados han de colaborar en el mantenimiento, especialmente los operarios de máquina.

El MPT no es la última etapa del mantenimiento, este sigue su evolución. Un ejemplo de ello lo encontramos en la necesidad de redefinir el MPT para adaptar el término a una actualidad cambiante. Otro ejemplo es que el mantenimiento preventivo pasa a ser predictivo (se recurre a técnicas de análisis y verificación para anticiparse a las averías).

El concepto actual de gestión de mantenimiento no está enfocado a la reparación de un equipo en el menor tiempo posible, sino más bien a mantener los equipos en operación en los niveles especificados. En consecuencia, el buen mantenimiento tiene como prioridad prevenir fallas, de modo que se reduzcan las detenciones imprevistas en los equipos. [González, 2001]

En la tabla N° 3 se muestra la evolución temporal de la gestión de mantenimiento acorde al progreso que ha mantenido en el tiempo y los diversos cambios que ha sufrido.

Tabla 3: Evolución temporal de Mantenimiento.

Años	1955	1965	1975	1985
Estrategia de Mantenimiento	Mantenimiento Correctiva	Mantenimiento basada en el tiempo	Mantenimiento según condición	Mantenimiento Preventiva + Mejora Continua
Conceptos de Mantenimiento	Mantenimiento debido a rotura	Mantenimiento Preventiva		Mantenimiento Productiva

Fuente: Historia del mantenimiento, elaboración propia, 2014.

III.3.2. Definición del TPM.

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivo primordial la eliminación sistemática de los desperdicios.

A partir de 1989 el MPT es un sistema de gestión que busca:

- Crear una organización corporativa que maximice la eficacia de los sistemas de producción.
- Gestionar la planta como una organización que evite todo tipo de pérdidas (asegurando los cero accidentes, defectos y averías).
- Involucrar a todos los departamento en la implementación del TPM. Históricamente los departamentos de I+D, ventas y administración no habían desarrollado tareas de mantenimiento, desde ahora ya se definen funciones relacionadas con el mantenimiento del equipo.
- Involucrar a todo el personal, desde la alta dirección a los operarios de planta, en el mantenimiento.
- Promover el desarrollo de actividades de “pequeños grupos” orientadas a conseguir “cero pérdidas”. [González, 2001]

El Mantenimiento Productivo Total contiene las siguientes características:

- Eficacia total. Hasta este momento se entendía que el mantenimiento era un gasto necesario, con este nuevo sistema pasa a considerarse una inversión rentable.
- Mantenimiento Productivo Total. Se establecen planes de mantenimiento para toda la vida útil del equipo, incluyendo prevención del mantenimiento (técnicas de monitorización para diagnosticar las condiciones del equipo, identificando signos de deterioro y posibles fallos) y mantenimiento preventivo.
- Participación total. Mantenimiento autónomo por los operarios y actividades de pequeños grupos a todos los niveles. [González, 2001]

III.3.3. Implementación del TPM

Para introducir TPM en una empresa los directivos deberán incorporarlo dentro de las políticas básicas de la compañía y establecer las metas que se quieren alcanzar con su implementación. Una vez que las metas han sido establecidas cada empleado debe entender, identificar y desarrollar las actividades que aseguren el cumplimiento de estas metas. En TPM, los empleados se ordenan en torno a pequeños grupos para establecer sus propias metas basadas en las metas globales de la compañía.

El TPM tiene un doble objetivo, cero detenciones de la producción y cero defectos. Cuando se cumplen estos objetivos, se reduce el tiempo de operación y los costos, se minimiza el inventario, y en consecuencia la productividad se incrementa.

Normalmente se necesitan tres años para conseguir implementar el TPM. El costo para implementar el TPM depende del estado inicial del equipo y de la experiencia del personal de mantenimiento.

La mayoría de las personas se muestran reacias a los cambios aunque estos puedan aportar mejoras. La implementación del TPM representa un cambio que incrementa la productividad, la calidad, reduce los costos, aumenta las ganancias y mejora el ambiente de trabajo.

Un buen plan formativo ayudaría a los directivos y trabajadores a afrontar los cambios para conseguir implantar el TPM.

Las etapas de implementación del TPM y las actividades de cada una estarán recogidas en un plan maestro. Este plan abarcará los años que dure la implementación.

[González, 2001]

Los pasos para desarrollar el plan maestro son individuales y tienen que ajustarse a las características de cada compañía, pero tienen en común cinco metas interdependientes, que representan los requisitos mínimos para desarrollar el programa TPM:

- Mejorar la eficacia del equipo.
- Llevar a cabo el mantenimiento autónomo por los operarios.
- Realizar un programa de mantenimiento administrado por el departamento de mantenimiento.
- Entrenar a los operarios para mejorar sus destrezas y conseguir que las operaciones de mantenimiento resulten más efectivas.
- Crear un programa de administración del equipo, para prevenir problemas que ocurren en nuevas instalaciones o en el arranque de máquinas. [González, 2001]

III.3.4. Las seis pérdidas del TPM.

Para maximizar el output (productividad, calidad, entrega, seguridad, salud, entorno y moral) el TPM trata de mantener condiciones operativas ideales, sin pérdidas, y manejar el equipo eficazmente. Las “6 grandes pérdidas” son las culpables de que los equipos se salgan de las condiciones ideales. [Díaz, 2008]

III.3.4.1. Pérdidas por Paradas. (Disponibilidad)

1. Pérdidas por avería del equipo, son las responsables de las pérdidas de tiempo y pérdidas de cantidad. Las pérdidas de tiempo causan un descenso de la productividad visible de una forma evidente en aquellos casos en los que se detiene la máquina. Las pérdidas de cantidad son las causadas al fabricar productos defectuosos. [Díaz, 2008]

2. Pérdidas de preparación y ajustes, cuando finaliza la producción de un elemento y el equipo se ajusta para atender los requerimientos de un nuevo producto, se producen pérdidas al aparecer tiempos muertos y productos defectuosos. El tiempo de preparación puede reducirse haciendo una distinción clara entre preparación interna (operaciones que deben llevarse a cabo mientras la cámara este parada) y preparación externa (operaciones que pueden realizarse mientras la maquina está todavía en funcionamiento). [Díaz, 2008]

III.3.4.2. Pérdidas de Velocidad. (Rendimiento)

3. Inactividad y pérdidas por paradas menores, estas pérdidas se producen cuando la producción se interrumpe por un mal funcionamiento temporal o cuando la máquina esta inactiva. A estas pérdidas no se les presta atención porque se corrigen fácilmente, sin embargo la reducción a cero de las pequeñas paradas es una condición esencial para la producción automática.
4. Pérdidas por reducción de velocidad, son las que se producen como resultado de diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad real operativa. [Díaz, 2008]

III.3.4.3. Pérdidas por Defectos. (Calidad)

5. Defectos de calidad y repetición de trabajos, estos defectos suponen pérdidas de calidad causadas por el mal funcionamiento del equipo de producción.
6. Pérdidas de puesta en marcha, son pérdidas de rendimiento que ocurren durante las fases iniciales de producción (desde la puesta en marcha de la máquina hasta su estabilización).

Cuando se eliminan las averías y defectos, las tasas de operación del equipo mejoran, los costes se reducen, el stock puede minimizarse y, como consecuencia, la productividad aumenta. [Díaz, 2008]

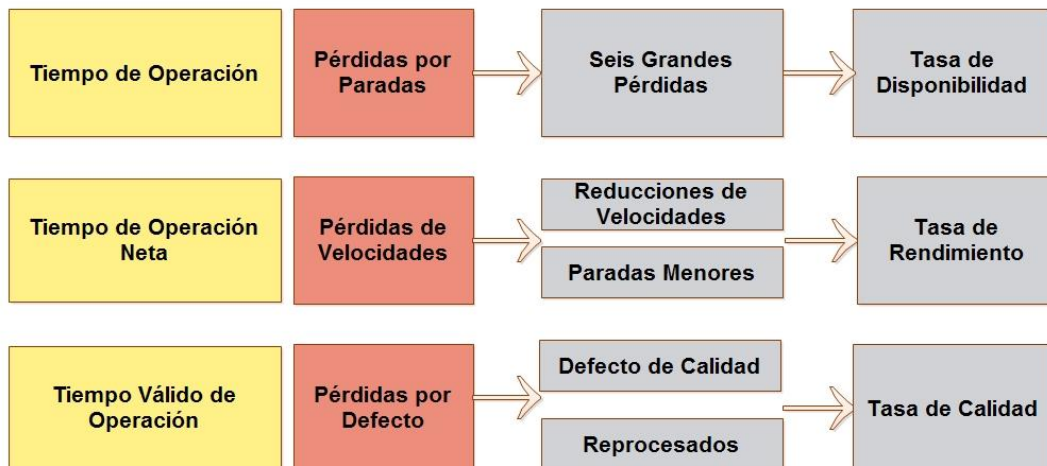
III.3.5. Objetivos del TPM

El TPM se presenta combinado con otras estrategias, just in time o las cinco “S”, para eliminar las "6 grandes pérdidas". Para luchar contra ellas se han desarrollado diferentes actividades atendiendo a las características específicas de cada una.

Atendiendo a la frecuencia con que se producen, las “6 grandes pérdidas” se clasifican en pérdidas crónicas (las que se presentan con mayor frecuencia) y pérdidas esporádicas (las que se presentan temporalmente). La forma en que se abordan depende del grupo al que pertenezca. [Díaz, 2008]

La figura 3 tiene como finalidad mostrar la relación entre las seis pérdidas (pérdidas por averías del equipo, pérdidas de preparación y ajustes, Inactividad y pérdidas por paradas menores, Pérdidas por reducción de velocidad, Defectos de calidad y repetición de trabajos, Pérdidas de puesta en marcha) abordadas en 3 grupos pérdidas por paradas, pérdidas de velocidades y pérdidas por defecto y los indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad.

Figura 3: Representación de la relación entre las seis pérdidas y las tasas de un equipo.



Fuente: Mantenimiento Productivo Total, Iván Díaz García, 2008.

Si las pérdidas son crónicas se combaten:

- Incrementando la confiabilidad del equipo.
- Aumentando la frecuencia con la que se restablecen las condiciones ideales del equipo.
- Estableciendo las condiciones óptimas de operación.
- Eliminando todos los pequeños defectos del equipo.

Y si las pérdidas son esporádicas se abordan:

- Actuando contra las averías.
- Reduciendo los tiempos de preparación y ajuste.
- Reduciendo los tiempos muertos y paradas menores.
- Reduciendo las pérdidas por velocidad.
- Reduciendo los defectos crónicos de calidad. [Díaz, 2008]

III.3.6. Medición a través de OEE (Eficiencia General de los Equipos).

El OEE es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial, proporciona una visión acerca de las pérdidas que ocurren durante el proceso de fabricación.

Para implantar TPM de una forma efectiva, se debe saber cuáles son las áreas en la planta que presentan problemas. Para ello se recurrirá a índices que muestren exacta y continuamente lo que se necesita mejorar y qué resultados se pueden obtener. Tales índices señalan actividades prioritarias que consiguen mejoras realmente significativas, aceleran la identificación de problemas y por ello mejoran la respuesta al cambio, consiguen valoraciones más exactas y en definitiva ayudan a promover las actividades de TPM más eficientemente. Los resultados de las actividades de TPM es posible medirlos usando índices que muestran la eficacia relativa de las actividades y la mejora en las diferentes divisiones. Una monitorización frecuente de todos los niveles ayuda a mantener y mejorar resultados, promueve el desarrollo más eficientemente y ayuda a entender y prevenir repentinas reducciones de la eficacia. [Díaz, 2008]

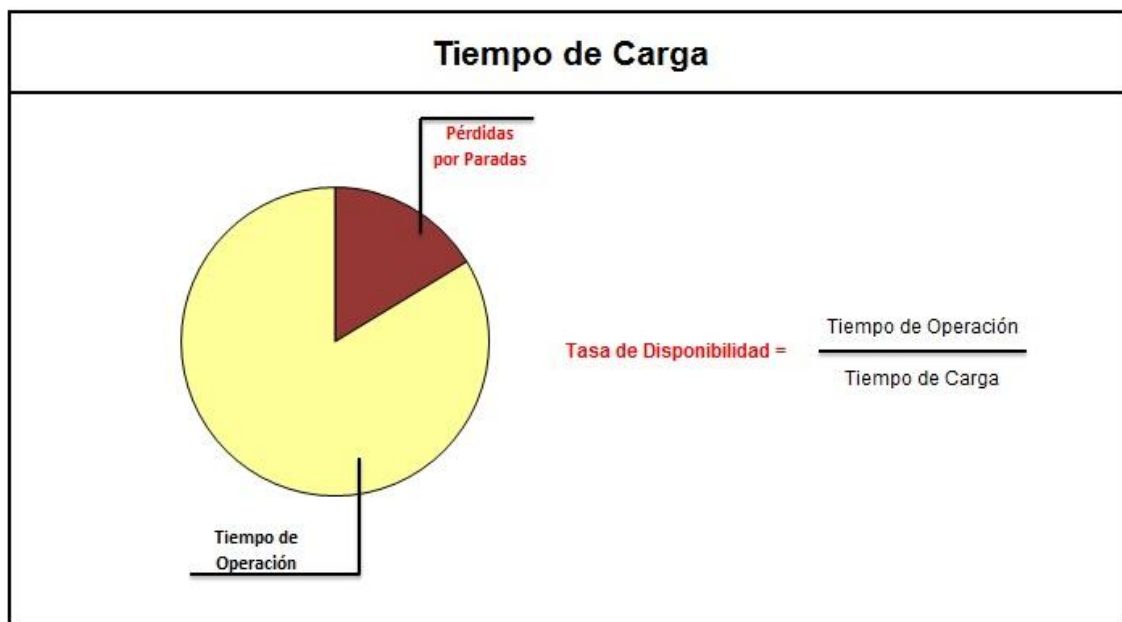
III.3.6.1. Eficacia del equipo

Para medir la eficacia del equipo se utiliza el OEE. El OEE se obtiene como resultado del producto de tres factores, la tasa de operación, la tasa de capacidad y la tasa de calidad.

El OEE tiene en cuenta las “6 grandes pérdidas” a través de cada una de estas tres tasas:

La tasa de disponibilidad depende de las pérdidas por paradas y se calcula dividiendo el tiempo que la máquina ha estado produciendo (tiempo de operación) dividido entre el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo (tiempo de carga). Mediante esta tasa se puede valorar las pérdidas por paradas, la cual se observa en la figura 4 ilustrada a continuación:

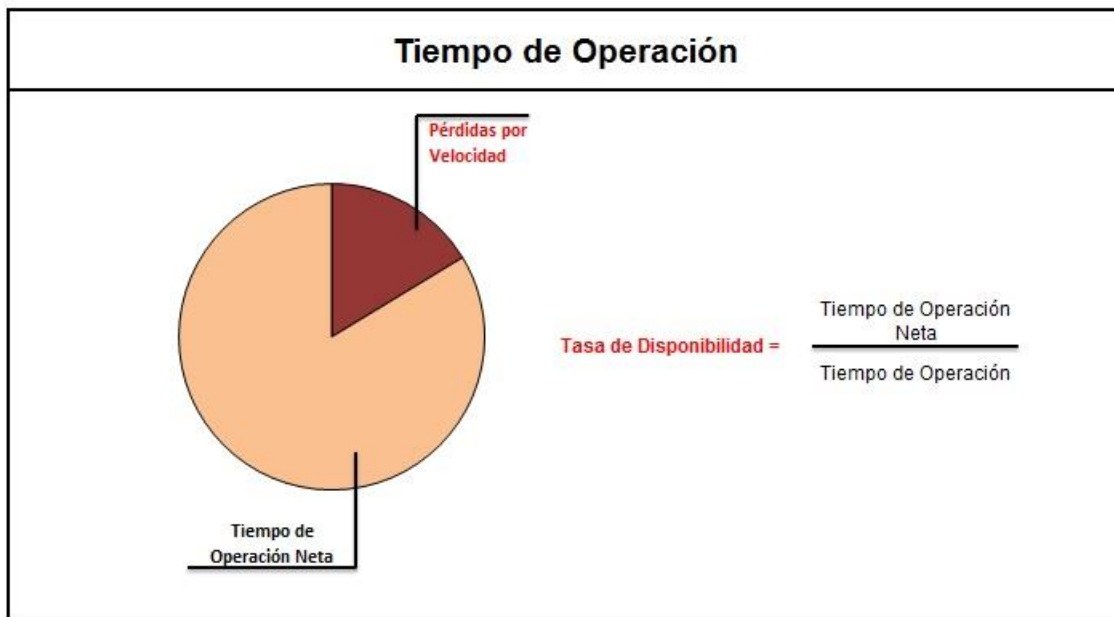
Figura 4: Tiempo de Carga.



Fuente: Mantenimiento Productivo Total, Iván Díaz García, 2008.

La tasa de rendimiento depende de las pérdidas por velocidad y se calcula dividiendo el número total de unidades producidas entre el producto obtenido de multiplicar el tiempo de operación por la velocidad máxima de producción. Es lo mismo que dividir el tiempo de operación neta entre el tiempo de operación. Esta tasa da una indicación de las pérdidas por velocidades reducidas junto con las pérdidas por paradas menores, esto se observa en la figura 5 ilustrada a continuación. [Díaz, 2008]

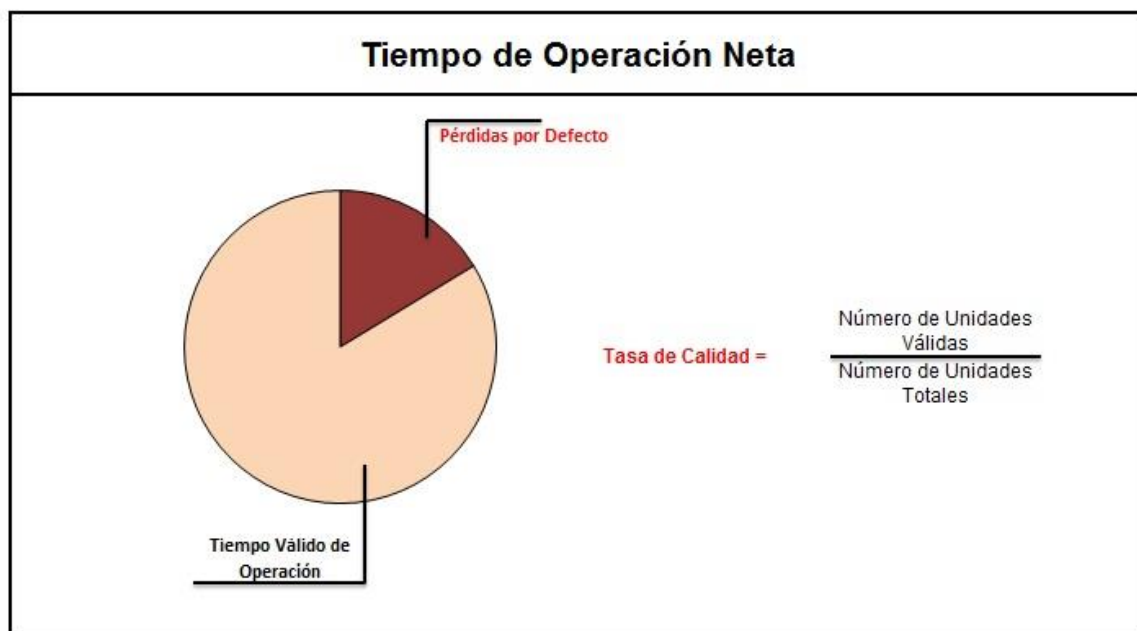
Figura 5: Tiempo de Operación.



Fuente: Mantenimiento Productivo Total, Iván Díaz García, 2008.

La tasa de calidad depende de las pérdidas por defectos y se calcula dividiendo el número de unidades válidas entre el número de unidades totales. Esta tasa se utiliza para conocer el porcentaje de pérdida asociado a las piezas que por resultar defectuosas se tienen que desechar o que requieren un gasto adicional para hacerlas válidas, esta tasa se observa en la figura 6 ilustrada a continuación. [Díaz, 2008]

Figura 6: Tiempo de Operación Neta.



Fuente: Mantenimiento Productivo Total, Iván Díaz García, 2008.

Otros Índices

- MTBF (Mean Time Between Failures) = paradas totales / tiempo de carga x100. (*Tiempo medio entre fallas*)
- MTTR (Mean Time To Repair) = tiempo total de paradas / paradas totales. (*Tiempo medio para reparar*) [Díaz, 2008]

III.3.7. Los pilares del TPM.

El instituto japonés de prevención de mantenimiento ha denominado "pilares" a los procesos fundamentales del TPM. Cada uno de los pilares cumple una función específica, liderado por responsables de diferentes áreas de la empresa, permite involucrar a todo los empleados, posee una metodología específica y entre ellos mantienen una coherencia de actuación. Los pilares que una empresa puede implementar dependen de cada fábrica, grado de desarrollo tecnológico, estado del equipo, nivel de formación del personal y otros criterios.

Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

- 1- **Mejoras enfocadas:** son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto de maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e inter-funcionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de la seis pérdidas existentes en la planta.
- 2- **Mantenimiento autónomo:** se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.

- 3- Mantenimiento planificado:** el objetivo es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejoras, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención del conocimiento a partir de esos datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de esas actividades.
- 4- Mantenimiento de calidad:** tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo, pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final.
- 5- Prevención del mantenimiento:** son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación. Las técnicas de prevención del mantenimiento se fundamentan en la teoría de la confiabilidad y esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencias y reparaciones.
- 6- Mantenimiento en áreas administrativas:** esta clase de actividades no involucra al equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información. [Díaz, 2008]

El TPM requiere personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Conservar el conocimiento obtenido como resultado de la experiencia y transmitirlo a otros compañeros.
- Cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales. [Díaz, 2008]

CAPÍTULO IV

IV. Metodología.

La metodología que a continuación se presenta tiene como objetivo mostrar el plan de trabajo que se propuso para lograr concluir el estudio

Este plan de trabajo, está compuesto de las siguientes etapas:

IV.1. Familiarización con los procesos de la Línea de Producción.

Como primer paso para cumplir con los objetivos de este informe, es primordial conocer al detalle las diversas actividades que se ejecutan en la línea de producción, así como conocer la situación actual en la que se encuentra. Por lo que se busca comprender los procesos e identificar la información relevante para el desarrollo del estudio, en conjunto con los principales involucrados en la entrega del producto final. Para llevar a cabo esta primera etapa se utilizaron las siguientes herramientas: diagrama de flujo y observación directa. Los principales puntos conseguidos en esta etapa son los siguientes:

IV.1.1. Aprendizaje sobre las líneas de producción en envases de hojalata.

IV.1.2. Conocimiento de los procesos involucrados en la línea productiva de 1 Gl.

IV.2. Levantamiento de Información.

Una vez identificada la información relevante, como resultado de la etapa anterior, se debe recopilar la información a través de la utilización de las diversas fuentes de datos que puedan existir en la fábrica, de manera de contar con la base de datos generales que permita evaluar y utilizar las distintas herramientas descritas en el marco teórico. Dentro de los datos obtenidos como relevantes se puede mencionar, cantidad de producción (por máquina y producto terminado) y tiempos de detención. Todos estos datos son utilizados para el desarrollo de este proyecto de título. Las herramientas utilizadas para almacenar, registrar y gestionar esta información son: hojas de cálculo y observación directa en terreno. Los principales puntos conseguidos en esta etapa son los siguientes:

IV.2.1. Recopilación de datos históricos.

IV.2.2. Tipos de insumos utilizados.

IV.2.3. Clasificación de detenciones.

IV.3. Análisis de las causas que afectan a la línea de producción de 1 Gl.

Con el conocimiento de los procesos de la línea de 1 Gl., la obtención de los datos históricos facilitados por la empresa y también por lo observado directamente en terreno, el siguiente paso es analizar y organizar la información de modo que se puedan identificar las causas indeseables que afectan a la línea productiva. El propósito de esta etapa consiste en clasificar las causas y sub-causas del problema central que impide que se cumpla la cantidad total planificada y comprometida con los clientes. Para terminar este punto se realizó una lluvia de ideas de posibles efectos indeseables que ocurrían en la línea productiva, datos y criterios propios de clasificación. Los principales puntos conseguidos en esta etapa son los siguientes:

IV.3.1. Diagrama Causa – Efecto (ARA).

¿Cómo construir el árbol?

Al momento de poder construir el árbol, se debe identificar el problema central que está afectando a la empresa por ende se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- Se define como una carencia o déficit.
- Se presenta como un estado negativo.
- Es una situación real no teórica.

Identificación de las causas y sus interrelaciones (las raíces).

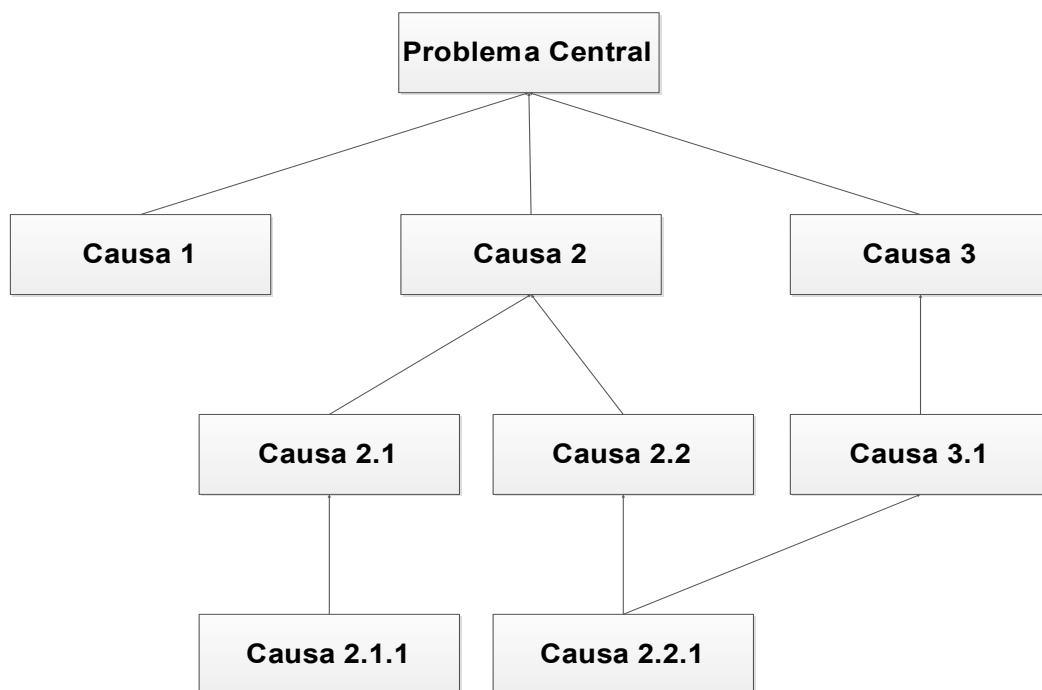
La secuencia de causas debe iniciarse con las que estén más relacionadas con el problema central, que se ubican inmediatamente debajo del mismo. De preferencia se deben identificar unas pocas grandes causas, que luego se van desagregando e interrelacionando.

Una buena técnica es preguntarse ¿Por qué sucede lo que está señalado en cada bloque?, la respuesta debiera encontrarse en el nivel inmediatamente inferior.

Se deben identificar todas las causas, aún cuando algunas de ellas no sean modificables, deteniéndose en el nivel en que es posible modificarlas. Hay que recordar que lo que se persigue es elaborar un modelo causal para la formulación de un proyecto y no un marco teórico exhaustivo.

Para visualizar aún mejor el Árbol de las Realidades Actuales se presenta un diagrama.

Figura 7: Diagrama Causa Efecto.



Fuente: Elaboración Propia en Base al ARA, 2014.

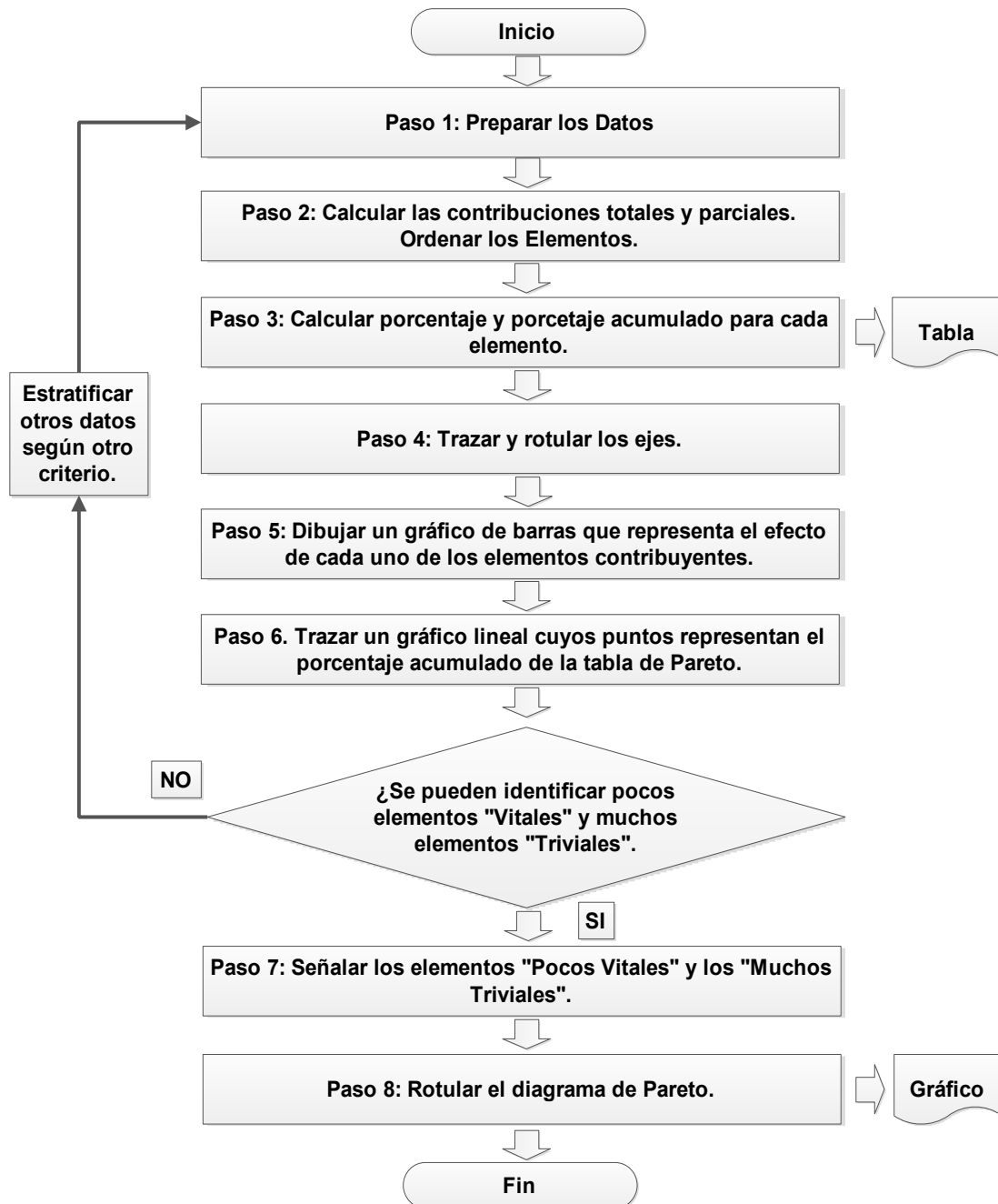
IV.4. Priorización de las causas que afectan a la línea de producción de 1 GL.

A través de lo realizado en la etapa anterior con la confección del diagrama causa – efecto y el análisis de la información recopilada, el paso siguiente es cuantificar las causas indeseables que afectan a la línea productiva. La intención de esta etapa es poder priorizar las causas y las sub-causas del árbol de las realidades actuales, para así lograr una identificación de las causas raíces que mayormente están afectando al problema central y así poder abordarlas con las herramientas necesarias. Las herramientas utilizadas en esta etapa fueron las siguientes:

IV.4.1. Tabla y Diagrama de Pareto.

A continuación en la figura 8 se muestra el diagrama de flujo de la realización de Pareto y se describen los pasos que lo componen.

Figura 8: Diagrama de Flujo.



Fuente: www.fundibeq.org, 2014.

IV.4.2. Descripción de la Construcción del Diagrama de Pareto ya establecida.

Paso 1: Preparación de datos.

Como en todas las herramientas de análisis de datos, el primer paso consiste en recoger los datos correctos o asegurarse de que los existentes son fidedignos.

Paso 2: Cálculo de las contribuciones parciales y totales. Ordenamiento de los elementos o factores en el análisis.

Para cada elemento contribuyente sobre el efecto, anotar su magnitud, ordenar dichos elementos de mayor a menor, según la magnitud de su contribución. Calcular la magnitud total del efecto como suma de las magnitudes parciales de cada uno de los elementos contribuyentes.

Paso 3: Calcular el porcentaje y el porcentaje acumulado, para cada elemento de la lista ordenada.

El porcentaje de la contribución de cada elemento se calcula:

$$\% = \left(\frac{\text{Magnitud de la contribución}}{\text{Magnitud del efecto total}} \right) \times 100$$

- El porcentaje acumulado para cada elemento de la lista ordenada se calcula:
- Por suma de contribuciones de cada uno de los elementos anteriores en la tabla, más el elemento en cuestión como magnitud de la contribución y se aplica la formula anterior.
- Por suma de porcentajes de contribución de cada uno de los elementos anteriores más el porcentaje del elemento en cuestión. En este caso habrá que tener en cuenta el que estos porcentajes, en general, han sido redondeados.
- Una vez completado este paso tenemos construida la Tabla de Pareto.

Paso 4: *Trazar y rotular los ejes del Diagrama.*

El eje vertical izquierdo representa la magnitud del efecto estudiado, debe empezar en cero e ir hasta el valor del efecto total, se debe rotular con el efecto, la unidad de medida y la escala.

El eje horizontal contiene los distintos elementos o factores que contribuyen al efecto, este se ordena de izquierda a derecha según el orden establecido en la Tabla de Pareto.

El eje vertical derecho representa la magnitud de los porcentajes acumulados del efecto estudiado, esta escala va desde el 0 hasta el 100%, el cero coincidirá con el origen y el 100% estará alineado con el punto del eje vertical izquierdo que representa la magnitud total del efecto.

Paso 5: *Dibujar un Gráfico de Barras que representa el efecto de cada uno de los elementos contribuyentes.*

La altura de cada barra es igual a la contribución de cada elemento tanto medida en magnitud por medio del eje vertical izquierdo, como en porcentaje por medio del eje vertical derecho.

Paso 6: *Trazar un Gráfico lineal cuyos puntos representan el porcentaje acumulado de la Tabla de Pareto.*

Marcar los puntos del gráfico en la intersección de la prolongación del límite derecho de cada barra con la magnitud del porcentaje acumulado correspondiente al elemento representado en dicha barra.

Paso 7: *Señalar los elementos “Pocos Vitales” y los “Muchos Triviales”.*

Trazar una línea vertical que separa el diagrama en dos partes y sirve para visualizar la frontera entre los “Pocos Vitales” y los “Muchos Triviales”, basándonos en el cambio de

inclinación entre los segmentos lineales correspondientes a cada elemento.
[www.fundibeq.org]

Paso 8: Rotular el título del Diagrama de Pareto.

IV.4.3. Interpretación.

Con este análisis se busca enfocar el esfuerzo en las contribuciones más importantes, con objeto de optimizar el beneficio obtenido del mismo.

IV.5. Evaluación del impacto de las causas.

Con la información ya clasificada, el siguiente paso consiste en evaluar las causas que más están afectando a la línea de producción, descritas en el paso anterior. En esta etapa se quiere dar a conocer las conclusiones a las cuales se han llegado, luego de haber hecho un gran trabajo anteriormente a través de análisis y estudios. Los principales puntos conseguidos en esta etapa son los siguientes:

IV.5.1. Problemas en el clima laboral.

IV.5.2. Problemas en la mantención.

IV.6. Elaboración de la Propuesta.

Este paso se centrará en la creación del modelo de mejora para el aumento de la productividad, conociendo donde están los focos principales del problema central.

Teniendo en cuenta que el problema del clima laboral, es de carácter político en la empresa, no se abarcará en el presente trabajo; sin embargo el problema en la mantención, será abordado en la propuesta dirigida a poder implementar un plan de mejora en el proceso productivo. El principal punto a tratar en esta etapa es la siguiente:

IV.6.1. Determinación del TPM.

IV.7. Conclusiones.

Una vez planteada la solución del problema con los pasos a seguir y todos sus requerimientos, los cuales se necesiten para poder optar a una mejora, se realizan las conclusiones pertinentes y con esto se podrá pasar al último paso, que es implementar, para luego ser validada la solución con los resultados reales mediante la utilización de las propuestas generadas y su correspondiente aplicación.

CAPÍTULO V

V. Aplicación de la Metodología.

El presente capítulo tiene como finalidad desarrollar cada una de las etapas que fueron explicadas en el capítulo anterior, de manera de obtener el modelo de mejora para el aumento de la productividad en la línea de 1 galón.

V.1. Familiarización con los procesos de la Línea de Producción.

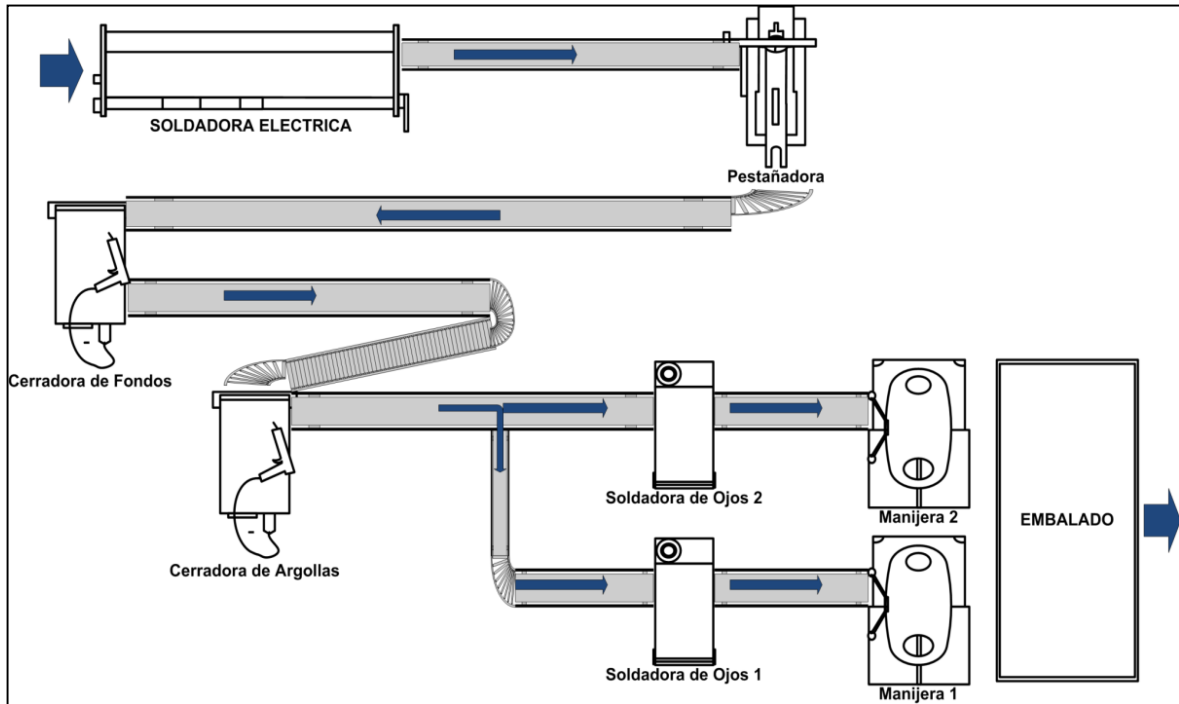
El primer ítem dentro de la metodología desarrollada, consistió en conocer en profundidad el funcionamiento del área de operaciones y sobre todo la línea de producción de 1 Gl. Para ello fue necesario que se analizara en terreno, inspeccionando la línea productiva y también en charlas explicativas sobre la empresa y su entorno, todo esto fue llevado a cabo por las personas responsables de cada sección.

La empresa INESA Chile S.A., planta Cerrillos, facilitó la entrada y reuniones con todos los encargados necesarios para llevar a cabo este trabajo de título. Al momento de presentarse, se realizó una reunión con la gente del área de trabajo, jefe de planta, Ingeniero a cargo, supervisor y operarios, luego de explicar en qué consistía la empresa se procedió a visitar el área de operaciones en donde se conoció las distintas líneas productivas y la línea en la cual se va a trabajar, esto permitió validar la información proporcionada por los encargados y confirmada por los mismos trabajadores que día a día lidian con los problemas. Gracias a las gestiones realizadas, se programaron varias visitas, las cuales ayudaron a conocer aún más el proceso de fabricación de envases pintureros y así revalidar la información proporcionada.

Cada una de las reuniones realizadas con el personal de la empresa y los encargados fue formalizada mediante la utilización de una minuta (**Ver Anexo N°1**) de reunión diseñada especialmente para este efecto.

A continuación se mostrará la línea productiva de 1 GL., con el recorrido que hace el producto.

Figura 9: Línea productiva de 1 Gl.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

La Línea productiva de 1 Galón, como se muestra en la figura 9 está compuesta por la *Soldadora Eléctrica* que es la encargada de darle la forma de cilindro al cuerpo de hojalata, luego pasa por un horno ya que se le aplica una pequeña capa de barniz a cierto sector en donde se solda, después pasa por la *Pestañadora* que es la encargada de realizar dobleces en los extremos del cilindro para luego enlazar las siguientes piezas del envase, pasando a una tercera etapa la *Cerradora de Fondo* que por intermedio de presión y gracias al pestañado es en donde se enlazan, luego pasa a la *Cerradora de Argollas* que realiza el mismo trabajo que el paso anterior, en la quinta etapa están las *Soldadoras de Ojos* las cuales son las que colocan los insumos para luego colocar las *manijeras*, finalizando en la etapa de embalaje.

Las especificaciones del producto terminado con sus piezas y dimensiones son descritas en los anexos. (**Ver Anexo N° 2**)

V.2. Levantamiento de Información.

Una vez comprendido los procesos de la empresa, especialmente en la línea productiva de 1 Gl. (línea es donde se este estudio), se continuó con el levantamiento de la información necesaria para poder desarrollar el presente informe.

Uno de los datos relevantes es la cantidad de producción real que se registró en el mes de Enero, representado en la siguiente tabla.

Tabla 4: Producción Total del mes de Enero.

Línea Productiva	Promedio de Envases/Minutos	Suma de horas Mensual	Suma total de Producción Mensual	Producción Ideal	Eficiencia
1 Galón	60	531	864.805	1.911.600	45.2%

Fuente: INESA Chile S.A, 2007.

Como se ve reflejado en la tabla N°4, la producción mensual no alcanza a llegar al 50%, por lo que el problema que se está presentando en la línea productiva es bastante severo, este resultado de la eficiencia fue calculado de la siguiente manera:

$$X = \frac{\text{Producción Real Mensual}}{\text{Producción Ideal Mensual}} \times 100$$

Se tomaron datos de la producción por máquina respecto a la producción nominal y los datos arrojados son los siguientes:

Tabla 5: Producción por máquina (real v/s estándar).

Máquina	Producción Nominal	Producción Real
	Env/min	Env/min
Soldadora Eléctrica	60	77
Pestañadora	60	77
Cerradora de Fondo	60	66
Cerradora de Argollas	60	64
Soldadora de Ojo 1	30	22
Soldadora de Ojo 2	30	25
Manijera 1	30	22
Manijera 2	30	24

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

En la tabla anterior se muestran los datos de la producción nominal y real siguiendo la secuencia de la línea productiva, se detecta que en las máquinas soldadoras de ojos (1 y 2) existe una disminución considerable de la producción, siendo un proceso continuo las máquinas posteriores (manijeras 1 y 2) se ven afectadas en su rendimiento, ya que la alimentación a éstas es menor a lo nominal, lo cual podría indicar un síntoma en la baja eficiencia de la línea de producción total.

Otro dato relevante que se rescata fue cómo se comportaba la línea productiva, en donde se da a conocer las máquinas que presentan más detenciones durante el tiempo. A continuación se muestra la tabla que detalla dicha situación.

Tabla N° 6: Comportamiento de la Línea.

Máquina	% Detención de la Máquina
Soldadora Ojos 1	24%
Soldadora de Ojos 2	19%
Manijera 2	18%
Manijera 1	13%
Soldadora Eléctrica	11%
Cerradora de Argolla	10%
Transportador de Cilindros	3%
Pestañadora	2%

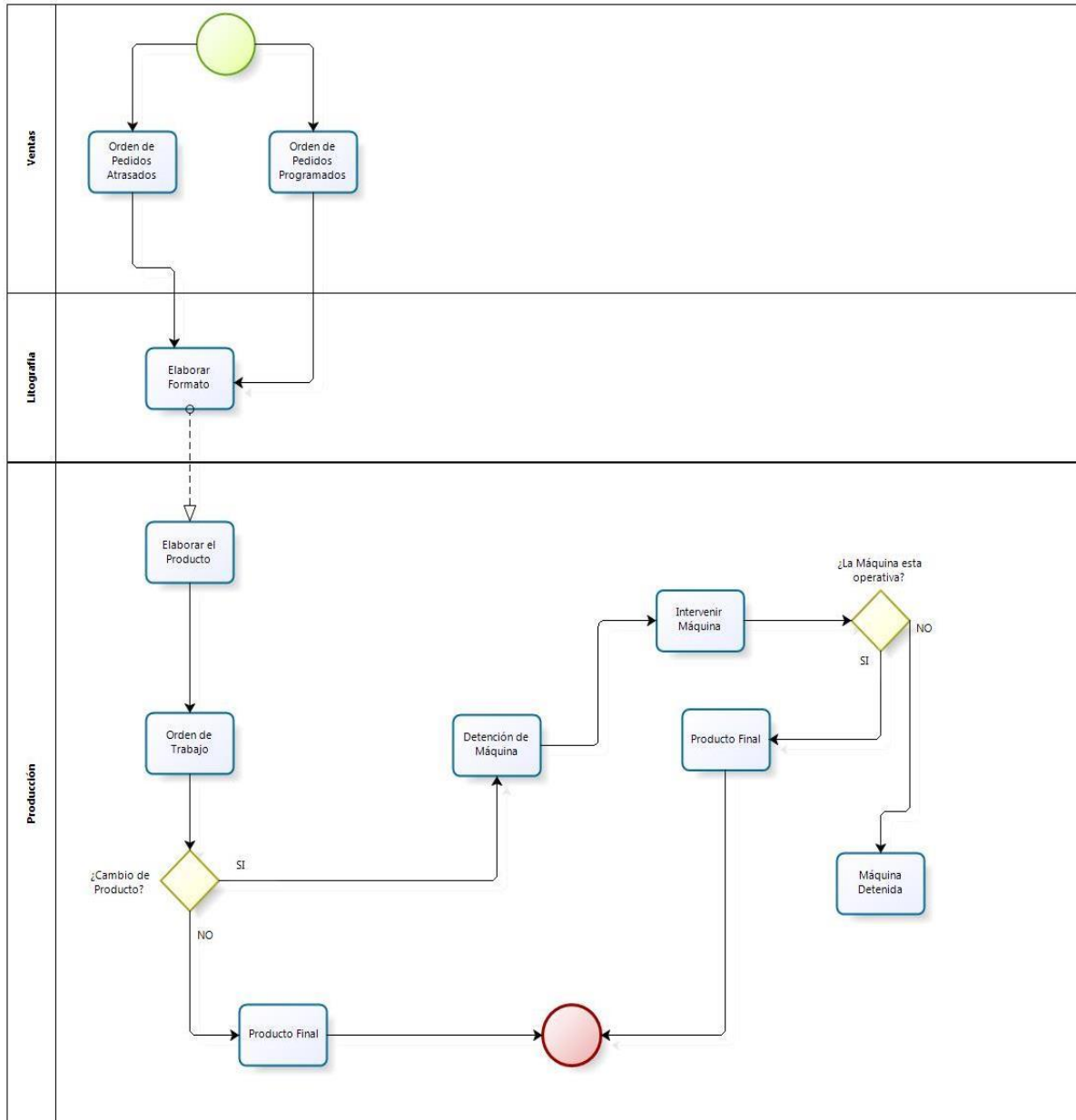
Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la tabla mostrada, se visualiza que la máquina que posee el porcentaje de detenciones más alta dentro de la línea productiva es la soldadora de ojos 1, reafirmando la baja producción que presenta, y en consecuencia de esto la baja productividad de las manijeras, sin embargo no se pueden despreciar las demás máquinas, ya que éstas poseen un porcentaje considerable, el cual se ve reflejada en la producción, es por ello que a continuación se mostrará la obtención de la causa raíz al problema principal. El resultado del comportamiento de la línea es determinado a través de planillas. **(Ver Anexo N° 3)**

A través de la información entregada por la empresa y las inspecciones en terreno, se realizó un diagrama de flujo de la programación actual de la línea productiva de 1 galón, la que se muestra en la figura 10 en la siguiente ilustración, esta describe el proceso global actual para el desarrollo del producto de 1 GL., en la cual se da a conocer que el área de procesos (área en donde se desarrolla el estudio) depende de la disponibilidad de litografía como también de las ventas futuras que se realicen y de los pedidos atrasados, por tanto en la línea de producción ocurren cambios inesperados como los son los cambios de formatos,

la que trae consigo detenciones por calibraciones en las máquinas que componen la línea de producción de 1 Gl.

Figura 10: Diagrama de Flujo Actual de la Línea productiva de 1 Gl.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

V.3. Análisis de las causas que afectan a la línea de producción de 1 GL.

Para poder obtener una mejor visión de lo que está ocurriendo en la línea productiva y poder llegar a la causa raíz del problema se utiliza la herramienta del Árbol de las Realidades Actuales (ARA).

Al analizar la situación actual de la línea productiva tomando en cuenta la información entregada por la empresa, las visitas en terreno que se realizó y los datos obtenidos a través de mediciones, es que se determinó que el problema principal que afecta a la línea es el no cumplimiento con la productividad que se requiere para poder satisfacer las necesidades de sus clientes, luego de esto y con lo estudiado se determinaron las causas directas que las afectan, buscando cual es realmente la causa raíz del problema, en la figura N° 11 , se muestra lo descrito anteriormente.

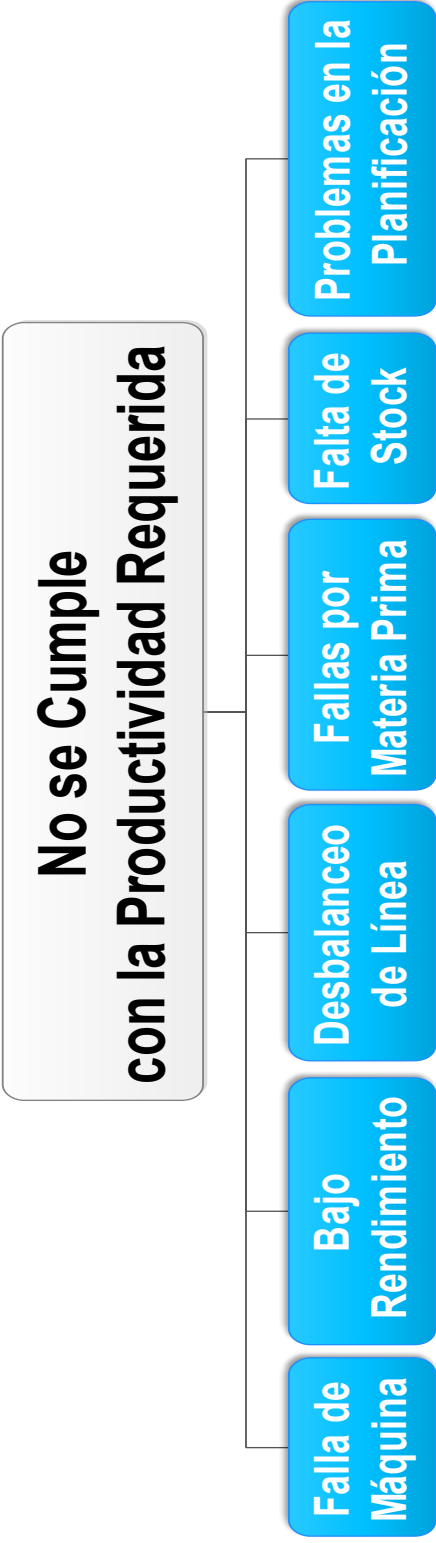


Figura 11: Desglose del Problema Principal.
Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la figura anterior se muestran las causas directas o las que pueden llegar afectar al problema principal, estas son descritas a continuación:

Falla de Máquina: Esta causa es una de las que mayor se presenta en la línea de producción provocando detenciones no programadas en la planificación.

Bajo Rendimiento: Se toma en consideración esta causa como directa por los años de vida que poseen los equipos.

Desbalanceo de Línea: En la línea productiva los equipos no son de los mismos estándares teniendo en cuenta que una línea productiva tendría que funcionar uniformemente.

Fallas por Materia Prima: Muchas veces la materia prima utilizada no es de la mejor calidad, afectando a los equipos.

Falta de Stock: Muchas veces sucede que los equipos no son alimentados por el producto, provocando así un retraso.

Problemas en la Planificación: Al no tener una buena planificación por parte del área de operaciones se producen detenciones por los cambios de formatos y por las necesidades que se requieren diariamente.

En la figura 12 a continuación se muestra el desglose de falla de máquina con las causas directas que la afectan. En ella la falla de máquina proviene de 3 sub-causas: mala mantención, malos repuestos y mala operación, siendo éstas las causas directas de la falla de máquina, a raíz de esto se continúa desglosando, de la cual se realiza la siguiente pregunta ¿por qué sucede esta causa?, a través de esto se obtiene la respuesta inmediatamente en la parte inferior hasta que no se pueda seguir respondiendo.

A medida que se desarrollan las causas a través de análisis se puede comenzar a visualizar que una de las causas que más se repite es la falta de capacitación, pero esto no quiere decir que el problema raíz sea este, por lo que hay que seguir desglosando las demás

causas directas y así poder tener una mejor visión de lo que está ocurriendo en la línea productiva y poder tomar la determinación correcta.

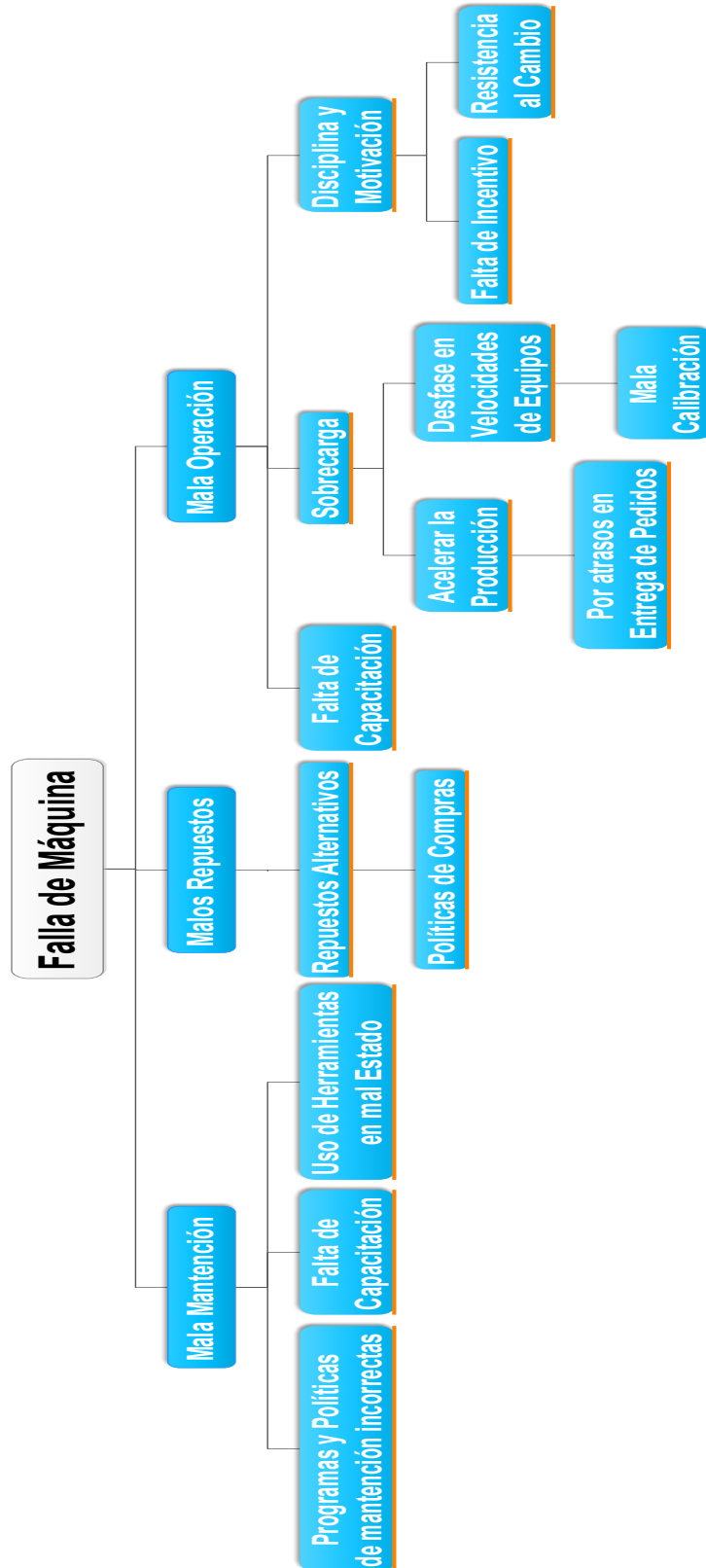


Figura 12: Desglose de Falla de Máquina.
Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la figura N° 13, que se muestra a continuación se detalla el desglose del bajo rendimiento con sus causas directas que las afectan, teniendo en cuenta que toda causa descrita no son solo las que suceden sino que también las que pueden ocurrir durante el tiempo, de esto se obtiene como resultado lo siguiente:

Deficiencia en los conocimientos y en desarrollo de habilidades, el cual va asociado directamente con la falta de capacitación, ya que los operadores que están ejecutando el trabajo, no lo realizan de la mejor forma. También se consideró la falta de incentivo y la insatisfacción laboral el cual tiene relación con las políticas que posee la empresa sobre sus trabajadores y también la gran falla en la toma de decisiones.

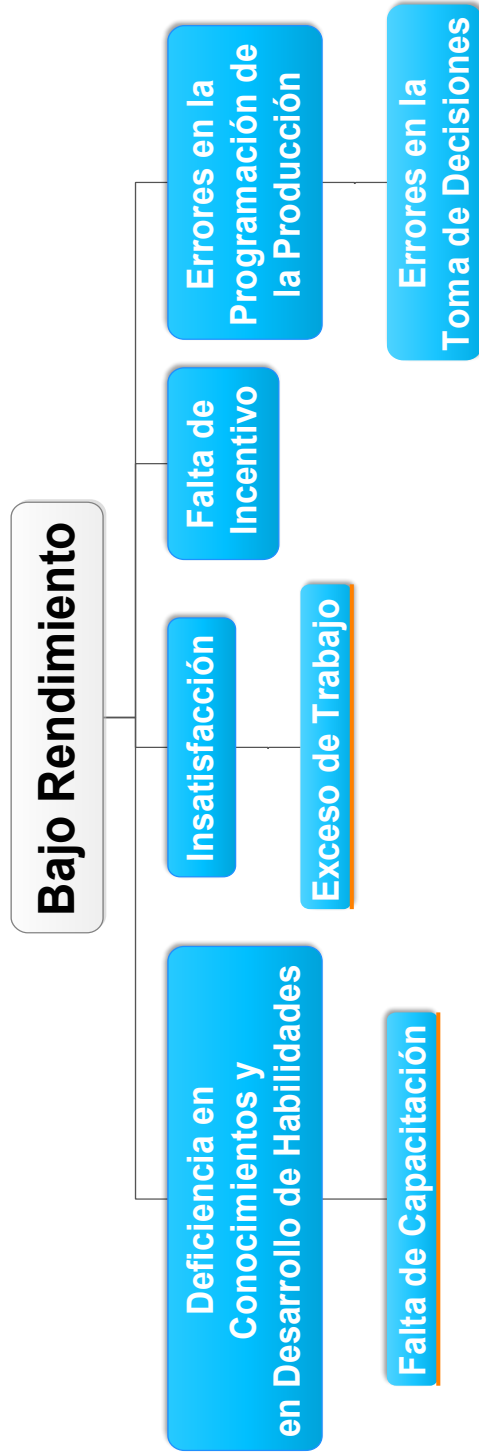


Figura 13: Desglose de Bajo Rendimiento.
Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la Figura N° 14, que se muestra a continuación se desarrolla el desglose del desbalanceo de línea el cual es una de las causas más importantes que se presentan en la línea productiva, el desbalanceo va directamente relacionado con las malas decisiones que se toman y con la vejez que poseen los equipos en cuestión, al juntar estas dos causas que son importantes se produce lo que es el desbalanceo ya que la línea productiva no funciona uniformemente y provoca desfases entre cada etapa del proceso.



Figura 14: Desglose del Desbalanceo de Línea.
Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la Figura N° 15, se describe la causa directa de fallas por materia prima siendo ésta provocada por falla de control de calidad, error en las especificaciones que se entregan para poder elaborar el producto antes de ser ingresado a la línea productiva, el uso también de materia prima de baja calidad debido a los costos asociados y por último el mismo deterioro del material ya que tiene que recorrer un tramo bastante largo provocando que el producto final sea no conforme.

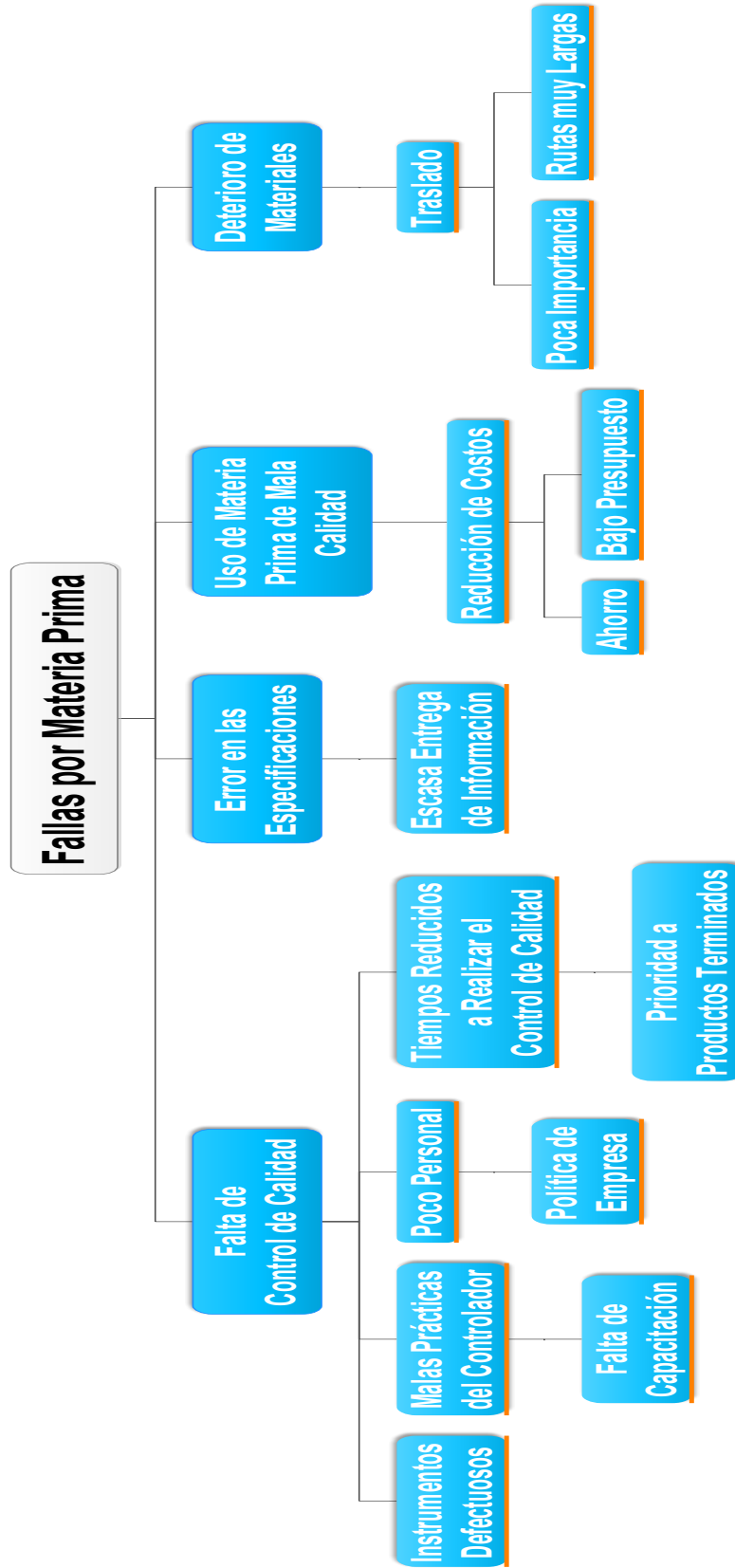


Figura 15: Desglose de Fallas por Materia Prima.
Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la figura N° 16, se muestra la causa de falta de stock, una de las que provoca el no cumplimiento de la productividad requerida, ya que al poseer espacios reducidos no se pueden producir en los tiempos muertos productos que se puedan utilizar a futuro y también no permite tener un stock de insumos suficiente para abastecer las necesidades que la línea productiva demande, el mantener una alta demanda del producto por ser una de las pocas empresas existentes en el mercado provoca que el flujo de venta sea rápida y por ultimo una de las causas directas de la falta de stock, es el atraso de los pedidos de los insumos y el material a utilizar para poder producir el producto final que es el envase de 1 Gl.

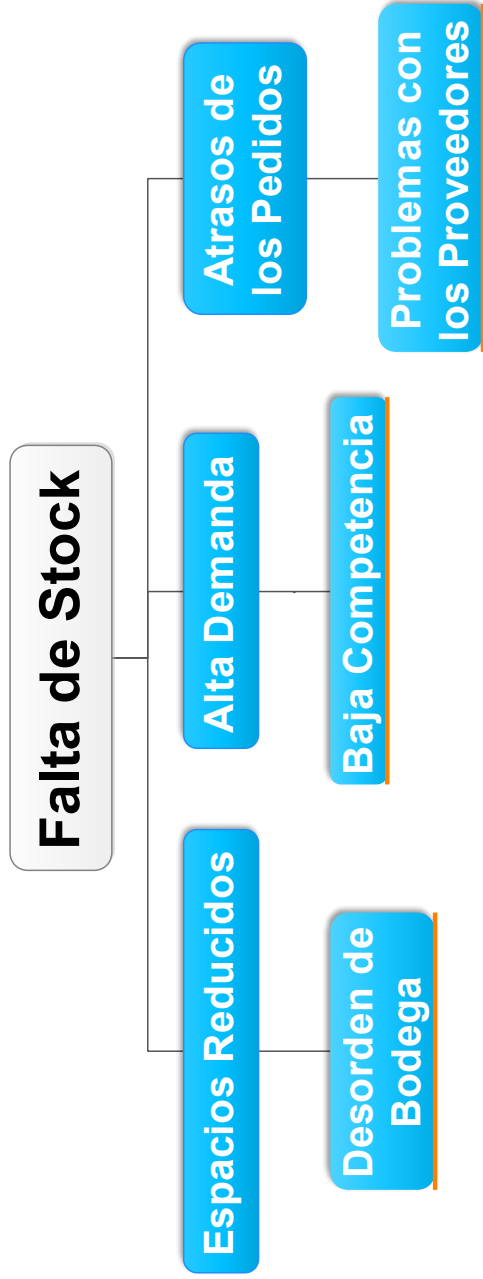


Figura 16: Desglose de Falta de Stock.
Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la figura N° 17, se muestra la derivación de los problemas en la planificación. Se llegó a este punto, ya que se visualizaba y se mencionaba dentro de los operadores y supervisores la falta de experiencia de los mismos trabajadores, la poca información de cómo reaccionar ante algún hecho imponderable y el poco control que se tiene dentro de la planificación, por tanto hace que este punto sea una de las causas directas del problema principal de no cumplir con la productividad requerida.

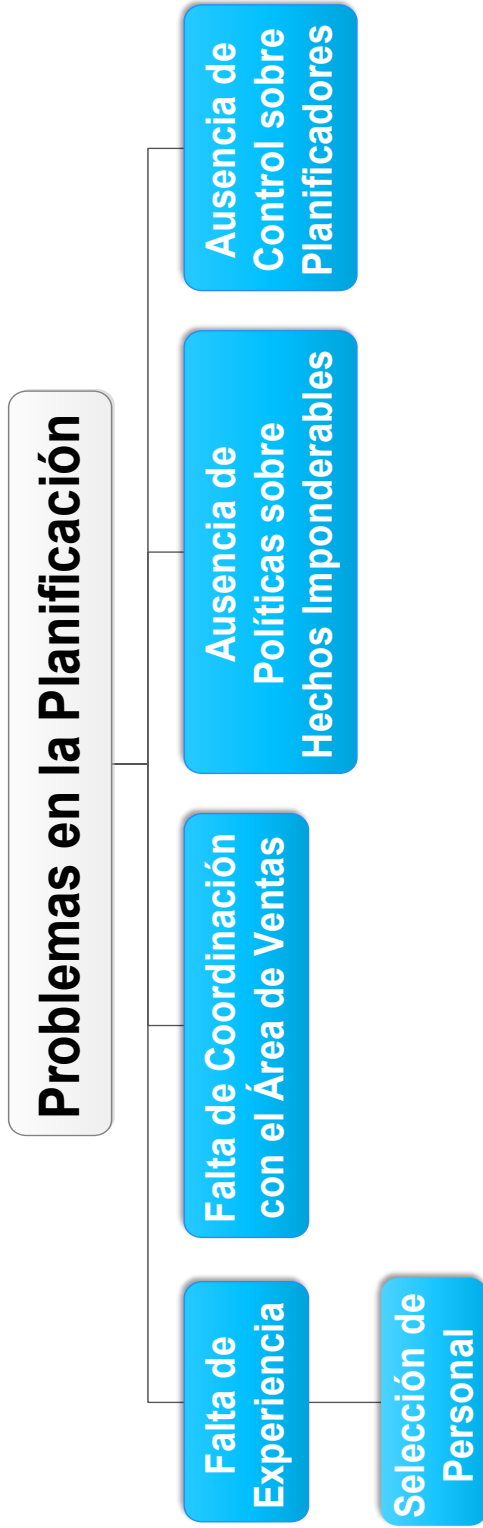


Figura 17: Desglose de los Problemas en la Planificación.
Fuente: Elaboración propia, 2014.

El proceso que se realizó en la etapa anterior corresponde al árbol de las realidades actuales (ARA) un diagrama de causa y efecto, la que permite que se obtenga una visión aún mayor de la línea productiva, el ARA fue la herramienta que más se acercaba a nuestras necesidades originadas, cumpliéndolas plenamente. Posterior a ello se procede a cuantificar el número de fallas existentes en las máquinas de la línea de producción (**Ver anexo N° 4**).

En el siguiente punto se realizará la selección de las causas que mayormente están afectando a la línea productiva teniendo una relación directa con lo que se realizó (creación del diagrama de causa y efecto), la información utilizada es de un mes que representa la eficiencia promedio de un año. (**Ver anexo N ° 5**).

V.4. Priorización de las causas que afectan a la línea de producción de 1 GL.

A través de los datos entregados por parte de la empresa y los datos tomados es que se llega a medir las frecuencias (en minutos) necesarias para poder priorizar las causas, para esto se utiliza la herramienta del diagrama de Pareto en base a datos tomados en un mes de trabajo, teniendo en cuenta que la producción era dividida en dos turnos (Día y Noche), los resultados son mostrados a continuación en la tabla N° 7:

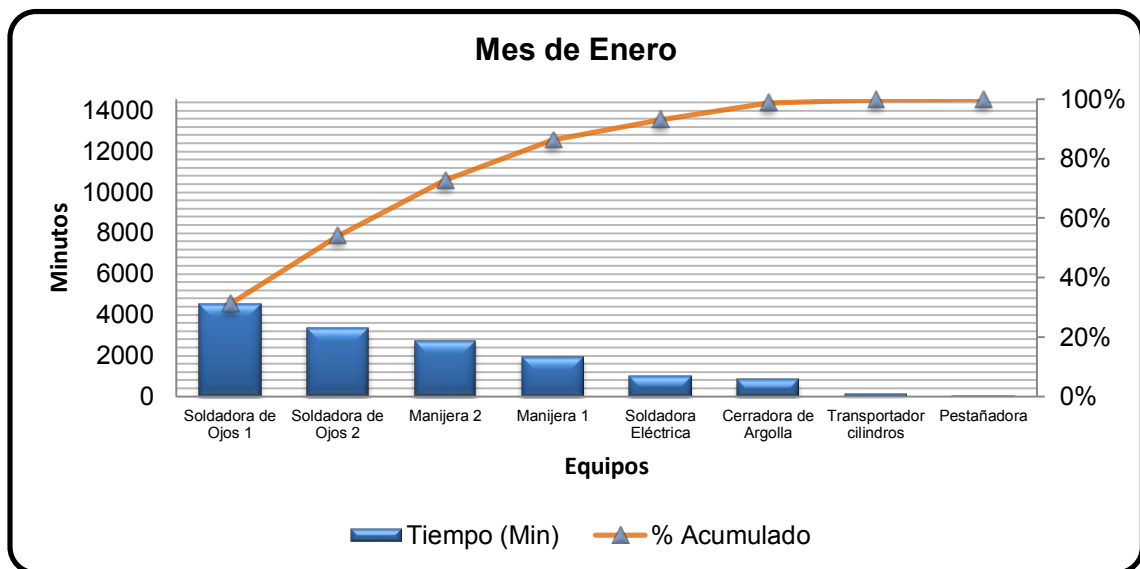
Tabla N° 7: Tabla de Pareto de Causas de detención.

Equipos	Tiempo (Min)	% Acumulado
Soldadora de Ojos 1	4.530	31.1%
Soldadora de Ojos 2	3.338	54.1%
Manijera 2	2.720	72.7%
Manijera 1	1.954	86.2%
Soldadora Eléctrica	996	93.0%
Cerradora de Argolla	838	98.8%
Transportador cilindros	140	99.7%
Pestañadora	40	100%

Fuente: Elaboración propia, 2014.

La tabla N° 7 muestra la lista de equipos clasificados en un orden de mayor a menor según los minutos de detención, tomados en un mes. Las soldadoras de Ojos son las que mayores problemas presentaron provocando una disminución en la producción, a continuación se muestra la gráfica en la figura 18 de lo descrito.

Figura 18: Diagrama de Pareto, Causas de detención.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

En el diagrama de Pareto representada en la figura 18, se ve reflejado que las últimas etapas de la línea de producción son las que mayores detenciones presentan a la hora de producir, superando el 80% de los problemas. Teniendo en cuenta que las detenciones se enfocan en la cola de la línea productiva el plan de mejora que se presentará abarca todas las máquinas priorizando las fallas con más demoras.

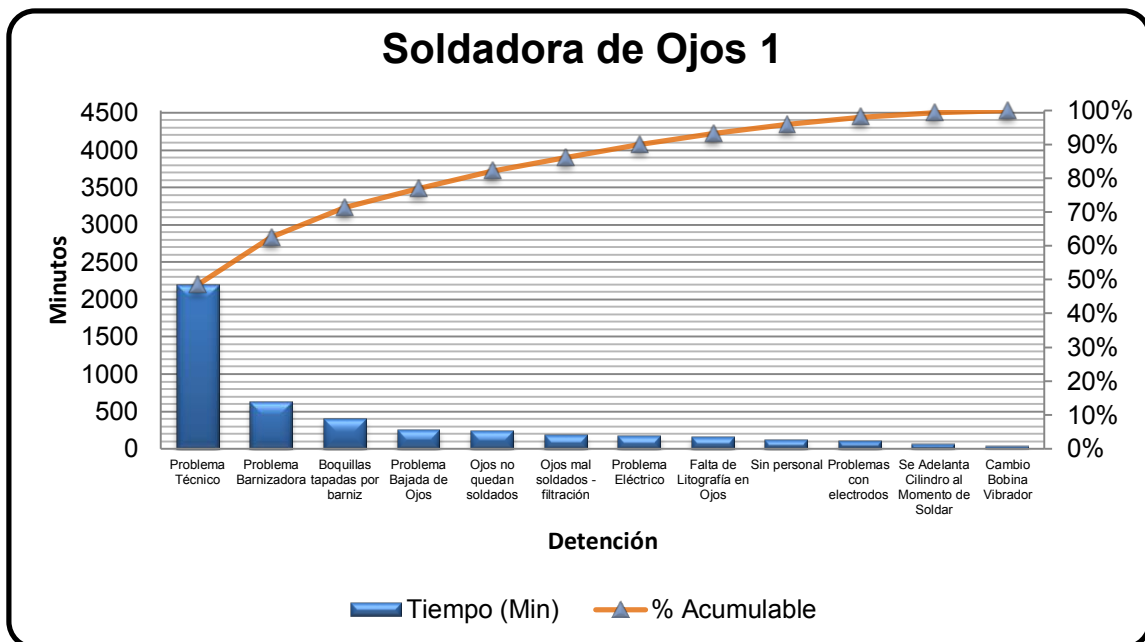
Soldadora de Ojos 1: A continuación la tabla N° 8 muestra los tipos de detenciones en la máquina Soldadora de Ojos 1 con sus respectivos tiempos de detención y un porcentaje acumulable para poder representar la grafica, así con esto se puede determinar cuál de las detenciones son las que mayormente afectan a la máquina.

Tabla N° 8: Tabla de Pareto Soldadora de Ojos 1.

Detenciones	Tiempo (Min)	% Acumulable
Problema Técnico	2.195	48.5%
Problema Barnizadora	635	62.5%
Boquillas tapadas por barniz	400	71.3%
Problema Bajada de Ojos	250	76.8%
Ojos no quedan soldados	240	82.1%
Ojos mal soldados – filtración	180	86.1%
Problema Eléctrico	170	89.8%
Falta de Litografía en Ojos	150	93.2%
Sin personal	120	95.8%
Problemas con electrodos	100	98.0%
Se adelanta cilindro al momento de soldar	60	99.3%
Cambio bobina vibrador	30	100%

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Figura 19: Diagrama de Pareto, Soldadora de Ojos 1.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la figura N° 19 muestra aún mejor los datos entregados, por tanto se concluye que los problemas técnicos se refieren a las fallas en las cuales los operadores no pueden intervenir, solamente los mecánicos calificados pueden hacerse cargo de este trabajo.

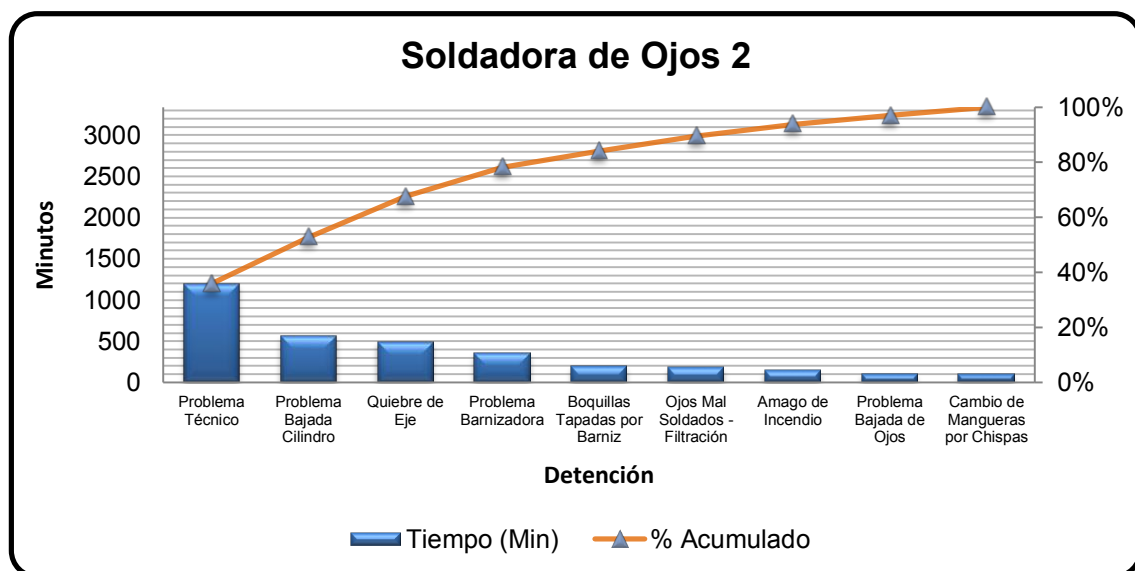
Soldadora de Ojos 2: A continuación en la tabla N° 9 al igual que en la tabla anterior muestra los tipos de detenciones que sufre la Soldadora de Ojos 2, con sus respectivos tiempos de detención y también se detalla el porcentaje acumulado para poder realizar la grafica correspondiente.

Tabla N° 9: Tabla de Pareto Soldadora de Ojos 2.

Detenciones	Tiempo (Min)	% Acumulado
Problema Técnico	1.199	35.9%
Problema Bajada Cilindro	564	52.8%
Quiebre de Eje	490	67.5%
Problema Barnizadora	360	78.3%
Boquillas Tapadas por Barniz	197	84.2%
Ojos Mal Soldados – Filtración	180	89.6%
Amago de Incendio	140	93.8%
Problema Bajada de Ojos	108	97.0%
Cambio de Mangueras por Chispas	100	100%

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Figura 20: Diagrama de Pareto, Soldadora de Ojos 2.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

Al igual que en la descripción anterior en la figura N° 20, las causas que mayores detenciones provocaron fueron los problemas técnicos, eso sí en una menor cantidad de tiempo.

Manijera 2: En la tabla N° 10 que se muestra a continuación se describen los tipos de detenciones que sufre la máquina manijera 2, con sus respectivos tiempos y el porcentaje acumulable para poder realizar el grafico, obteniendo una mejor visión de lo que sucede en la máquina involucrada.

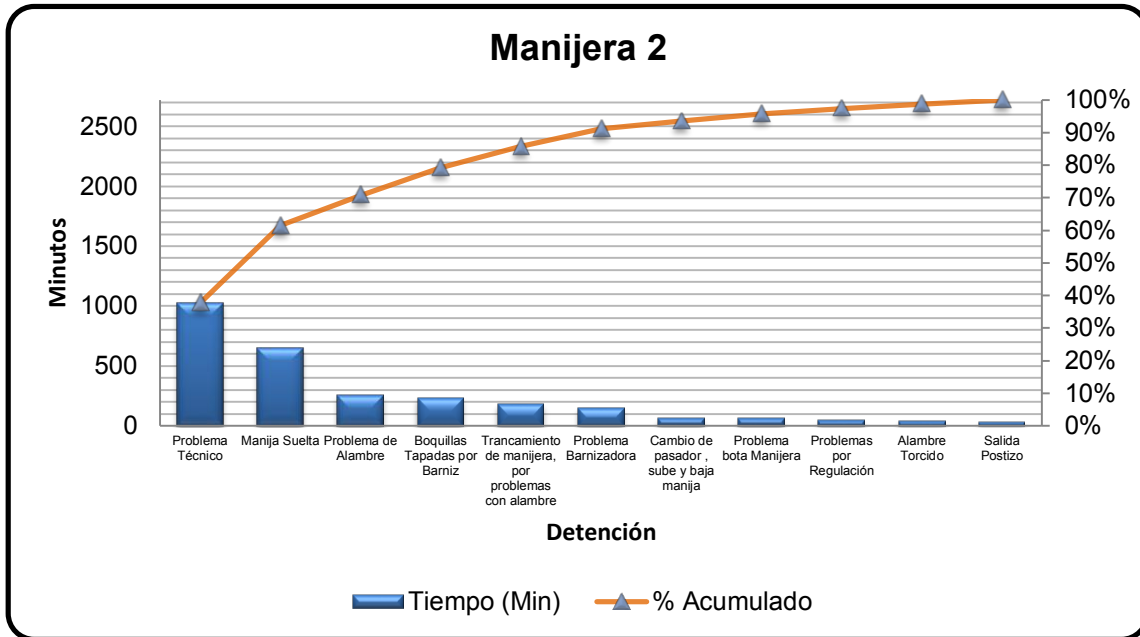
Tabla N° 10: Tabla de Pareto, Manijera 2.

Detenciones	Tiempo (Min)	% Acumulado
Problema Técnico	1.025	37.7%
Manija Suelta	648	61.5%
Problema de Alambre	250	70.7%
Boquillas Tapadas por Barniz	230	79.2%
Atrancamiento de manijera por problemas con alambre	180	85.8%
Problema Barnizadora	148	91.2%
Cambio de pasador , sube y baja manija	62	93.5%
Problema bota Manijera	60	95.7%
Problemas por Regulación	45	97.4%
Alambre Torcido	40	98.8%
Salida Postizo	32	100%

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la figura 21 que viene a continuación, se refleja que los problemas de detención son básicamente técnicos lo cual hace que los operadores no puedan involucrarse mayormente con la máquina para así tener una respuesta rápida, es necesario que se revise por un técnico capacitado para la situación, también las detenciones que las siguen manija suelta y problemas de alambre son parte importante del problema central de la manijera 2.

Figura 21: Diagrama de Pareto, Manijera 2.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

Manijera 1: La tabla N° 11 muestra las detenciones que ocurren en la máquina, a esto se le asocian sus tiempos los cuales fueron tomados, también sale detallado el porcentaje acumulado que nos permite realizar con mayor facilidad el gráfico correspondiente a esta tabla.

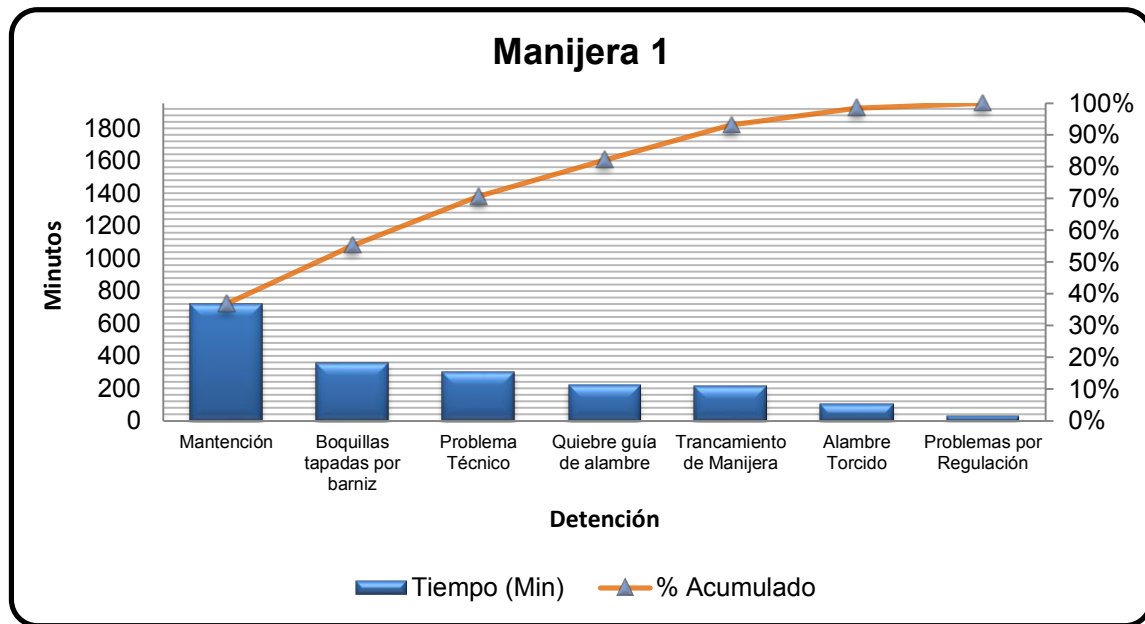
Tabla N° 11: Tabla de Pareto, Manijera 1.

Detenciones	Tiempo (Min)	% Acumulado
Mantenición	720	36.8%
Boquillas tapadas por barniz	360	55.3%
Problema Técnico	300	70.6%
Quiebre guía de alambre	225	82.1%
Atrancamiento de Manijera	215	93.1%
Alambre Torcido	104	98.5%
Problemas por Regulación	30	100%

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la figura 22 se refleja que el mayor problema presentado en la manijera 1 proviene por parte de mantención, dejando a problemas técnicos en un tercer lugar pero no menos importante, ya que ambos componen los problemas principales de esta máquina.

Figura 22: Diagrama de Pareto, Manijera 1.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

Soldadora Eléctrica: La tabla N° 12 al igual que todas las tablas anteriores relacionadas a Pareto son de detención que traen consigo sus respectivos tiempos y el porcentaje acumulado. La Soldadora eléctrica muestra que no posee muchos problemas pero no menos importante ya que esta máquina es la que le da la forma de cilindro a la hojalata y las sella.

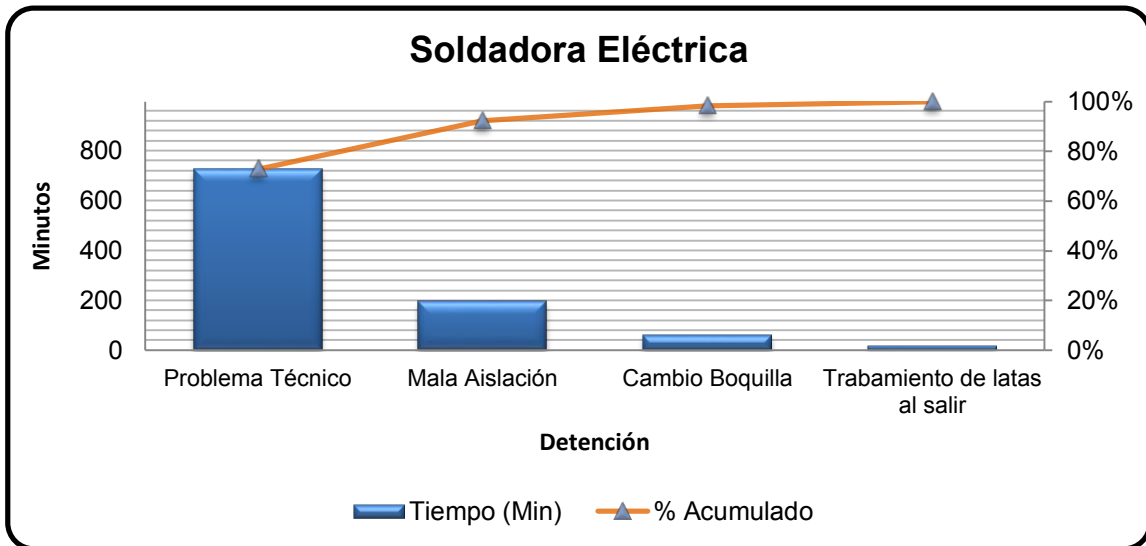
Tabla N° 12: Tabla de Pareto, Soldadora Eléctrica.

Detenciones	Tiempo (Min)	% Acumulado
Problema Técnico	725	72.8%
Mala Aislación	195	92.4%
Cambio Boquilla	60	98.4%
Trabamiento de latas al salir	16	100%

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la figura 23 muestra que el problema técnico es la causa principal de las detenciones, esto es debido a que la máquina es muy sofisticada y compleja de aprender es por esto que se hace necesario que un técnico sea el responsable de reparar y no otra persona.

Figura 23: Diagrama de Pareto, Soldadora Eléctrica.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

Cerradora de Argollas: La tabla N° 13 se detallan los tipos de detenciones que ocurren en la máquina con sus respectivos tiempos asociados.

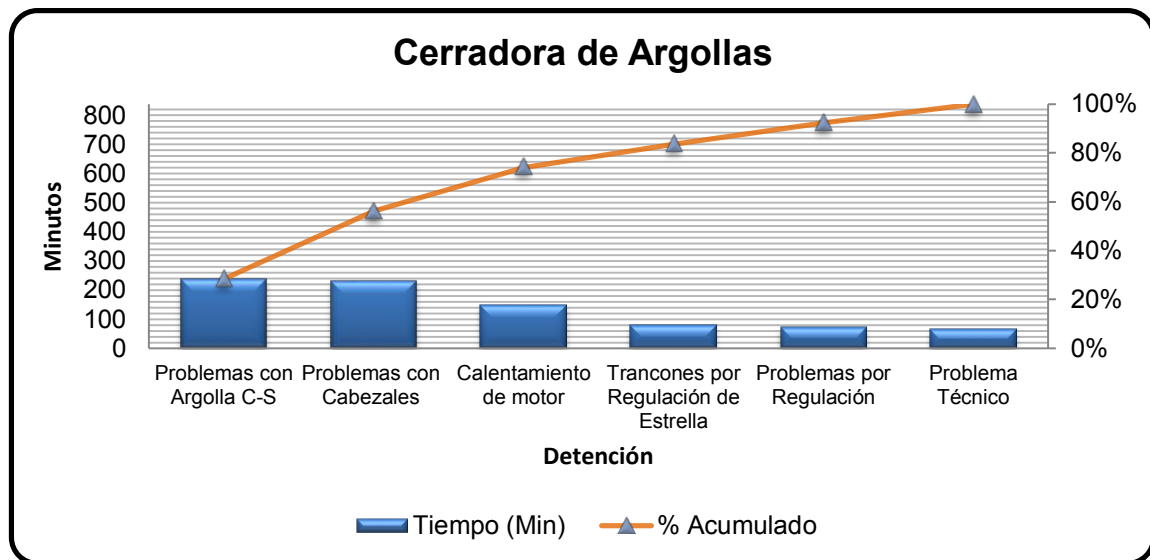
Tabla N° 13: Tabla de Pareto, Cerradora de Argollas.

Detenciones	Tiempo (Min)	% Acumulado
Problemas con Argolla C-S	238	28.4%
Problemas con Cabezales	233	56.2%
Calentamiento de motor	150	74.1%
Trancones por Regulación de Estrella	80	83.7%
Problemas por Regulación	72	92.2%
Problema Técnico	65	100%

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la figura 24 el diagrama de Pareto, muestra que los principales problemas de la cerradora de argollas pasan por los cabezales, calentamiento de motor y problemas con las argollas.

Figura 24: Diagrama de Pareto, Cerradora de Argollas.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

La representación de las máquinas involucradas fue detallada a través de gráficos mediante la herramienta de Pareto, mostrando las causas de las detenciones con mayores tiempos, obteniendo así una mejor visión de los problemas que afectan a la línea productiva.

V.5. Evaluación del impacto de las causas.

A través de lo descrito en los puntos V.3 y V.4 y gracias al análisis completo que se realizó mediante las herramientas de ARA y Pareto, se determina que las causas principales que afectan a la línea de producción de 1 galón, son el problema técnico (mantenciones y operaciones) y el clima laboral, siendo éste último provocado por problemas de incentivo, resistencia al cambio y que la empresa no tenga contemplado dentro de sus programas la generación de puestos de trabajos aún mayores para las personas que llevan una cierta cantidad de años (política de la empresa), lo que conlleva a que éste problema no se pueda abordar.

Por lo tanto el presente trabajo de título está abocado a los problemas técnicos (mantenimiento y operación) que ocurren en la línea de producción, los cuales fueron detallados anteriormente, para luego abordarlo en este capítulo con la herramienta TPM (Mantenimiento Productivo Total).

V.6. Elaboración de la Propuesta.

A través de los resultados arrojados mediante las herramientas ARA y Pareto, es que se llega a la conclusión y a la necesidad de elaborar un modelo que optimice la operación y el mantenimiento en la línea de producción de 1 galón, es por esto que la confiabilidad y la disponibilidad de una planta industrial, dependen en primer lugar, de su diseño y de la calidad de su montaje. Si se trata de un diseño robusto y fiable, y la planta ha sido construida siguiendo fielmente su diseño y utilizando las mejores técnicas disponibles para la ejecución, depende en segundo lugar de la forma y buenas costumbres del personal de producción, que opera en las instalaciones.

En tercer y último lugar, confiabilidad y disponibilidad dependen del mantenimiento que se realice. Si el mantenimiento es básicamente correctivo, atendiendo sobre todo los problemas cuando se presentan, es muy posible que a corto plazo esta política sea rentable. Se debe imaginar el mantenimiento como un gran depósito. Si se realiza un buen mantenimiento preventivo se tendría el depósito siempre lleno. Si no se realiza nada, el depósito se va vaciando, y puede llegar un momento en el que el depósito y la reserva de mantenimiento, se haya agotado por completo, siendo más rentable adquirir un nuevo equipo o incluso construir una nueva planta que atender todas las reparaciones que van surgiendo.

Teniendo presente que la empresa no tiene contemplado la adquisición de nuevas máquinas (inversiones de nuevos activos) y menos aún la construcción de una nueva planta, surge la necesidad de elaborar un modelo de mejora (pag. 83) que asegure la disponibilidad y confiabilidad de la línea de producción utilizando la herramienta TPM, a continuación se muestra la figura 25 que ayudará a contextualizar aún mejor el modelo.

En la figura 25 que muestra a continuación las 6 pérdidas del TPMP las cuales son divididas en 3 grupos pérdidas por detenciones, pérdidas de velocidad y pérdidas por defectos. Estas pérdidas tratan de mantener las condiciones operativas ideales, sin pérdidas, y manejar el equipo eficazmente.

Figura 25: Las 6 Pérdidas del TPM.



Fuente: Elaboración propia en base a la historia y evolución del TPM, 2014.

Para poder abordar las 6 pérdidas del TPM, se basa en los Pilares reflejados en la figura 26, las cuales cumplen una función específica, liderado por responsables de diferentes áreas de la empresa, esto permite involucrar a todos los empleados, poseyendo una metodología específica.

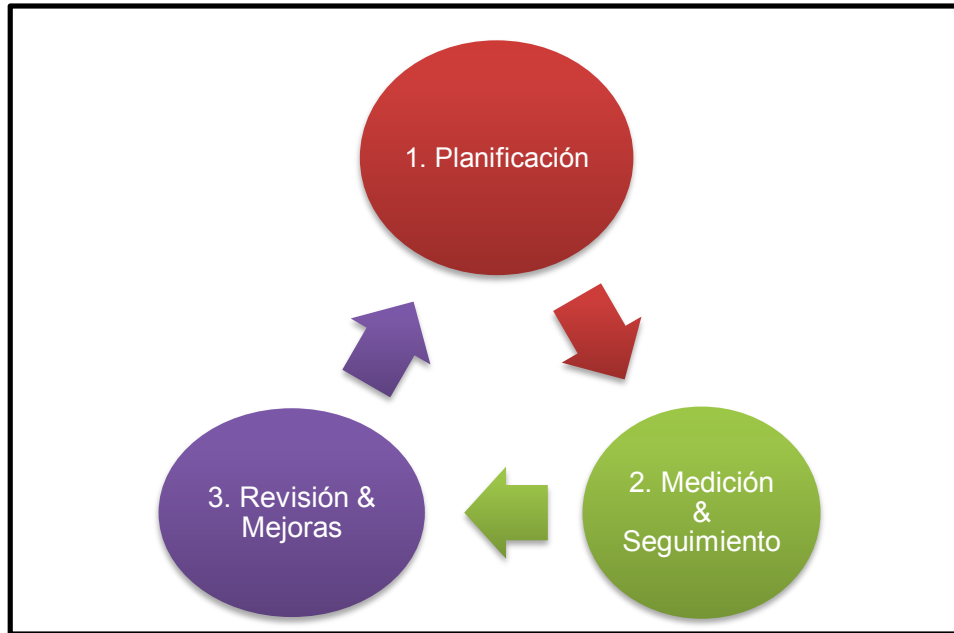
Figura 26: Los Pilares del TPM.

Fuente: Elaboración propia en base a la historia y evolución del TPM, 2014.

En base a las 6 pérdidas del TPM y sus pilares fundamentales es que procede a elaborar un modelo que permita asegurar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas, para así cerciorar el cumplimiento requerido por el cliente, a continuación se presenta el modelo en la figura 27.

V.6.1. Modelo de Mejora para el Aumento de la Productividad.

Figura 27: Modelo de mejora.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

La figura 27 representa el modelo de mejora para el aumento de la productividad de la línea de un galón, se comienza con realizar la planificación de la línea esto es para obtener la programación de ella en base la producción, luego de que ya esta detalladamente la planificación de trabajo se realizan las mediciones y seguimientos el cual comprende una serie de indicadores los que ayudarán a obtener un estándar de trabajo de la línea, finalmente se pasa a la etapa de revisión y mejoras que busca principalmente la interpretación de los datos estadísticos para así ver si es necesario aplicar una mejora.

V.6.1.1 Planificación

En esta etapa se determinará la programación de la línea, con un mayor nivel de detalle.

Para llevar a cabo la planificación se usaron las siguientes herramientas como input:

- Formato Gama
- Cartas Gantt
- Ordenes de Trabajo (O.T.)

A. Formato Gama

En este formato queda reflejado el levantamiento diario del comportamiento de las máquinas que componen la línea de producción a través de inspecciones, las cuales contienen tareas que se realizan fácilmente. La mayor parte de ellas se refieren a controles visuales (ruidos, vibraciones extrañas, control visual de fugas, etc.), mediciones (tomas de datos, control de determinados parámetros) y pequeños trabajos de limpieza y/o engrase. En general, todas las tareas pueden hacerse con los equipos en marcha. Son la base de un buen mantenimiento preventivo y autónomo que permiten llevar al día la planta. Es además, la parte de mantenimiento más fácil de trasladar al personal de producción (o de operación).

A continuación se muestra el formato de la herramienta Gama.

Formato 1: Inspección General Diaria (Gama).

<u>INSPECCIÓN GENERAL DIARIA</u>		
Línea de Producción:		
Nombre Operador:		Fecha:
Turno:		
Hora Inicio:	Hora Final:	Duración:
Herramientas		Equipo de Protección Personal
Riesgos del Trabajo: 1.- 2.- 3.-		Medidas de Control: 1.- 2.- 3.-
EQUIPO	DIAGNÓSTICO	FALLA DETECTADA
Soldadora Ojos 1		
Soldadora Ojos 2		
Manijera 2		
Manijera 1		
Soldadora Eléctrica		
Cerradora de Argolla		

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

Tras la realización de todas las rutas diarias es conveniente rellenar una parte de incidencias, en el que se reflejen todas las anomalías observadas en la línea de producción. A partir de esta parte, una persona autorizada (planificador) debe recopilar toda esta información (tantas inspecciones Gama como se hayan generado) para posteriormente programar las actividades mediante Cartas Gantt.

B. Cartas Gantt

Esta herramienta que será utilizada por el departamento de mantenimiento permitirá representar las diferentes fases, tareas y actividades programadas para mostrar una línea de tiempo, definiendo además los tipos de mantenimiento a realizar por equipos (programados, correctivos, o predictivos), priorizaciones en base a la urgencia de falla.

Posterior a esta etapa el personal de mantenimiento debe generar tantas órdenes de trabajo como inspecciones Gamas se hayan generado, a partir de la urgencia de fallas que las máquinas que se presentaron durante el turno, es posible que las órdenes de trabajo aborden una o más inspecciones Gama.

C. Ordenes de Trabajo

En el siguiente formato el mantenedor deberá registrar toda la descripción de la tarea que se realizará en máquina según corresponda.

Este registro deberá reflejar el modo de falla, código de falla, sistema funcional, causa raíz, acción de mantenimiento tomada e inclusiones técnicas; todo esto para llevar un histórico de averías y mantenciones realizadas a las máquinas de la línea de producción, el cual permitirá generar una base de datos confiable, la cual se verá reflejada en reportes estadísticos y así poder realizar mediciones y seguimientos.

A continuación se muestra el Formato completo de la Orden de Trabajo utilizado, luego de esto se registrará por parte para que se visualice mejor las opciones que se dan en cada ítem.

Formato 2: Orden de Trabajo.

ORDEN DE TRABAJO	
FECHA	
HORA	
DEFINICIÓN	
Línea de Producción	1 Gl.
N° Orden de Trabajo	
Descripción Orden de Trabajo	
Prioridad	PROGRAMABLE
PLANEACIÓN	
Tipo Orden de Trabajo	INSPECCIÓN
Equipo a Intervenir	Manijera 1
Personal Asignado	
Tipo de Mantenimiento	PREVENTIVO
Tiempo Duración	
CÓDIGO TRABAJO	
Modo Falla	ALTA PRESIÓN
Código Falla	BANDA ROTA
Sistema Funcional	TRANSPORTAR
Causa Raíz	CORTO CIRCUITO
Acción Mantenimiento Tomada	CABEZAL
Inclusiones Técnicas	AISLAR

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

El formato de la Orden de trabajo posee varias sub-etapas las que permiten seleccionar a cual corresponde dependiendo la máquina, el tipo de problema y el turno asociado. Estas serán descritas a continuación.

Descripción Orden de Trabajo: Las descripciones pueden ser seleccionadas dentro de las siguientes:

1. Emergencia
2. No Programada
3. Programable
4. Reprogramada
5. Urgencia

Tipo de Mantenimiento: El tipo de mantenimiento lo determinará el área responsable, por tanto pueden ser seleccionadas las siguientes:

1. Correctivo
2. Predictivo
3. Preventivo

Modo de falla: Dentro del modo de falla existen las siguientes alternativas dependiendo las condiciones:

1. Alta presión
2. Alta temperatura
3. Alta vibración
4. Alto flujo
5. No frena
6. Alto nivel
7. Baja frecuencia
8. Baja presión

Código de falla: Para que la orden de trabajo sea completa se tiene que seleccionar el código de la falla las cuales son:

1. Alta temperatura
2. Alta velocidad
3. Banda rota
4. Banda suelta
5. Banda con colilla
6. Bloqueo, atorado
7. Componente defectuoso
8. Componente suelto

Causa Raíz: Dentro de esta etapa existen las siguientes alternativas:

1. Desfase en ejecución de rutinas
2. Desbalance
3. Descalibrado
4. Desajustado
5. Diseño inapropiado
6. Exceso humedad
7. Exceso lubricante

Acción Mantenimiento tomada: Dentro de esta acción están las siguientes:

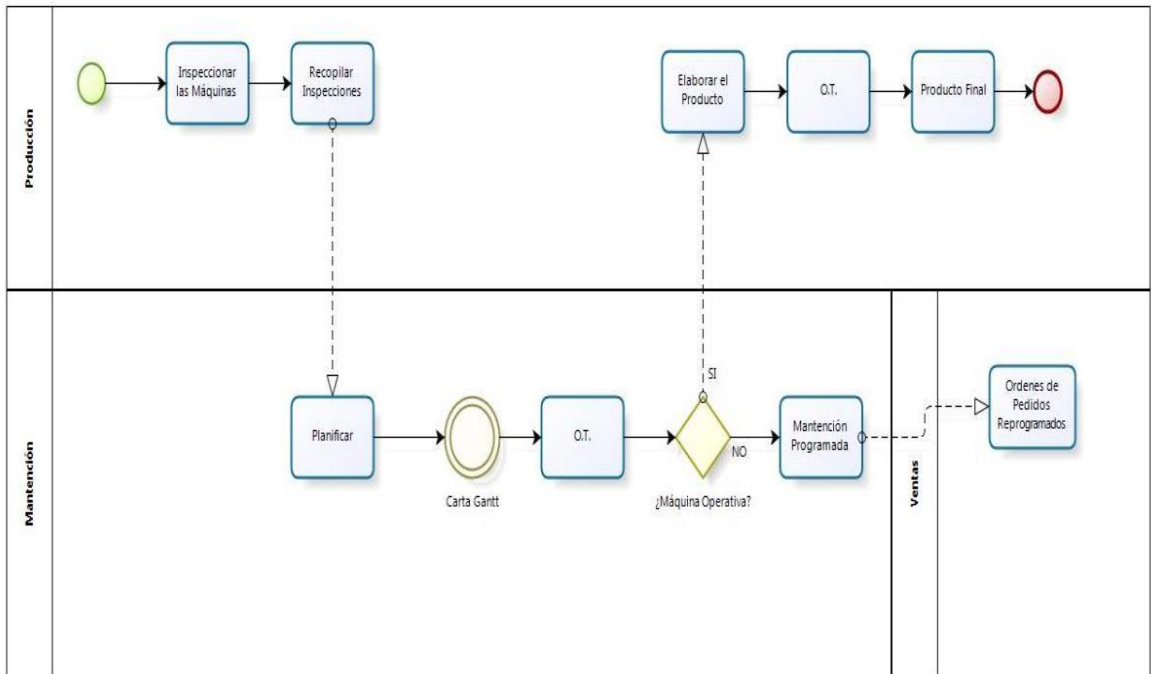
1. Cabezal
2. Cable
3. Cilindro
4. Campo magnético
5. Cañería
6. Condensador
7. Coraza

Inclusiones técnicas: El que hay que realizar en la máquina por parte del área de mantención son las siguientes:

1. Aislar
2. Ajustar
3. Alinear
4. Anclar
5. Asentar
6. Aspirar
7. Balancear
8. Cablear

A continuación se presentará el diagrama de flujo de la propuesta en la cual se señalan todos los pasos descritos anteriormente.

Figura 28: Diagrama de Flujo de la Propuesta.



Fuente: Elaboración propia, 2014.

En el diagrama mostrado en la figura N° 28 se presenta la representación de la propuesta mencionada en la aplicación, iniciando principalmente con una inspección a todas las máquinas (independiente de que éstas se encuentren operativas), luego de esto se recopilan las inspecciones para ser derivadas al departamento de mantenimiento, el cual elaboran el plan de mantención correspondientes a cada máquina así con esto emiten órdenes de trabajo (O.T) para mantener una coordinación con el área de producción y de ventas respectivamente, gracias a esto se pueden planificar las detenciones de la línea y así realizar una reprogramación al plan de producción.

V.6.1.2. Medición & Seguimiento

El proceso de medición y seguimiento está compuesto de tres etapas: Selección y definición de los indicadores, Medición y Monitoreo y por último Revisión y Plan de mejoras.

Etapa I: Selección y definición de los indicadores

A continuación se presentan los indicadores de desempeño que sirven para cuantificar el grado de cumplimiento de los objetivos, es decir, reflejan el rendimiento del departamento de producción.

Indicadores de desempeño (KPIs):

- Tasa de disponibilidad: Es el tiempo en el que cada máquina está disponible para ser operada.

$$\text{Tasa Disponibilidad (\%)} = \frac{(TT - TM)}{TT} \times 100$$

Donde,

TT: Es el tiempo total disponible de la máquina.

TM: Es el tiempo de mantenimiento, es decir, todo el tiempo que una máquina no está disponible por razones asociadas al mantenimiento, sea programado, no programado y por fallas.

A continuación se muestra la tabla 14 con los porcentajes de la tasa de disponibilidad por máquina.

Tabla 14: Porcentajes de Disponibilidad.

Máquina	% Disponibilidad
Soldadora Ojos 1	77%
Soldadora de Ojos 2	76%
Manijera 2	79%
Manijera 1	76%
Soldadora Eléctrica	80%
Cerradora de Argolla	82%
Pestañadora	82%

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

Los porcentajes mostrados en la tabla anterior son obtenidos a través de un promedio de un determinado tiempo (**Ver anexo N° 6**). Con esta tasa podremos llegar a conclusiones más concretas que van de la mano de los demás KPIs, que se muestran a continuación.

- Tasa de rendimiento: Es un indicador que refleja la cantidad de productos por minutos que pasa por cada máquina; ésta tasa es comparada con el rendimiento nominal de cada máquina (rendimiento nominal vs real). (**Tabla N° 5**).

$$Tasa\ Rendimiento = \frac{UP}{T}$$

Donde,

UP: Unidades producidas por máquina.

T: Tiempo utilizado por máquina para la producción de un producto.

- Tasa de calidad: Indicador utilizado para conocer el porcentaje de envases buenos en relación a los productos totales generados en la línea, se obtiene de la siguiente fórmula:

$$Tasa\ de\ Calidad\ (\%) = \frac{PB}{PT} \times 100$$

Donde,

PB: Es la cantidad de envases de hojalata buenos.

PT: Es la cantidad total de envases de hojalatas producidos por la línea

A continuación se muestra tabla 15 con los porcentajes de calidad de cada máquina.

Tabla 15: Porcentajes de Calidad.

Máquina	% Calidad
Soldadora Ojos 1	99%
Soldadora de Ojos 2	100%
Manijera 2	99%
Manijera 1	99%
Soldadora Eléctrica	99%
Cerradora de Argolla	99%
Pestañadora	100%

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

En la tabla anterior se visualizan los porcentajes de Calidad que arrojó cada máquina que compone la línea de producción, por lo que se puede concluir que el porcentaje es bastante competente llegando casi en su totalidad al 100%, estos datos fueron obtenidos de las tablas que se encuentran en los anexos (**Ver anexo N° 7**) los cuales fueron unidos los dos turnos que componen el día laboral.

- Tiempo medio entre fallas (MTBF): Este indicador clave señala la cantidad de tiempo promedio que se puede disponer de una máquina, antes de que ocurra una falla.

$$MTBF = \frac{TP}{N^{\circ}F} \times 100$$

Donde,

TP: Es el tiempo productivo utilizado por la máquina sin interrupción.

N°F: Es el número total de fallas que presenta la máquina.

A continuación se muestra la tasa media entre fallas de cada máquina que compone la línea de producción reflejada en la siguiente tabla 16.

Tabla 16: Tasa Media entre Fallas.

Máquina	MTBF (hrs)
Soldadora Ojos 1	18
Soldadora de Ojos 2	18.6
Manijera 2	19.4
Manijera 1	20.1
Soldadora Eléctrica	20.6
Cerradora de Argolla	19.9
Pestañadora	21.6

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

En la tabla N° 16, se muestran las tasas medias entre fallas de cada máquina, estos resultados fueron obtenidos de las planillas Excel que se encuentran en los anexos (**Ver anexo N° 8**), los cuales indican que las máquinas fallan todos los días siendo un problema grave y dependiendo de la falla es el tiempo en que la línea está detenida.

- Tiempo medio para reparar (MTTR): Este indicador clave señala la cantidad de tiempo promedio que se puede disponer para reparar una máquina, se calcula de la siguiente manera:

$$MTTR = \frac{TTe}{N^{\circ}F} \times 100$$

Donde,

TTe: Es el tiempo total empleado en restaurar la operación de una máquina después de cada falla.

N°F: Es el número total de fallas que presenta la máquina.

A continuación se visualiza en la siguiente tabla 17 el tiempo medio para reparar que se aplica en la línea de producción.

Tabla 17: Tiempo Medio para Reparar.

Máquina	MTTR (hrs)
Soldadora Ojos 1	3.02
Soldadora de Ojos 2	2.9
Manijera 2	1.97
Manijera 1	2.2
Soldadora Eléctrica	1.7
Cerradora de Argolla	1.2
Pestañadora	0.7

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

En la tabla N° 17, se ven los indicadores de cada máquina que compone la línea de producción, estos valores son el resultados de las planillas que se encuentran los anexos.

(Ver anexo N° 9).

Tabla resumen de Indicadores**Tabla 18:** Resumen de Indicadores.

Indicador	Fórmula	Descripción	Rango
Disponibilidad	$\frac{(TT - TM)}{TT} \times 100$	Es el tiempo en el que cada máquina está disponible para ser operada.	$\geq 90\%$ Óptimo $\geq 80\% - < 90\%$ Normal $< 80\%$ Deficiente
Rendimiento	$\frac{UP}{T}$	Es un indicador que refleja la cantidad de productos por minutos que pasa por cada máquina; ésta tasa es comparada con el rendimiento nominal de cada máquina (rendimiento nominal vs real)	$\geq 65 - 70$ Env/min Óptimo $\geq 58 - < 65$ Env/min Normal < 58 Env/min Deficiente
Calidad	$\frac{PB}{PT} \times 100$	Indicador utilizado para conocer el porcentaje de envases buenos en relación a los productos totales generados en la línea.	$\leq 90\%$ Óptimo $\leq 80\% - < 90\%$ Normal $< 80\%$ Deficiente
MTBF	$\frac{TP}{N^{\circ}F}$	Este indicador clave señala la cantidad de tiempo promedio que se puede disponer de una máquina, antes de que ocurra una falla.	21 - 22,3 Hrs/día Óptimo 19,5 - < 21 Hrs/día Normal < 19,5 Hrs/día Deficiente
MTTR	$\frac{TTe}{N^{\circ}F}$	Este indicador clave señala la cantidad de tiempo promedio que se puede disponer para reparar una máquina.	0- 1,7 Hrs/día Óptimo > 1,7 - 2,5 Hrs/día Normal > 2,5 Hrs/día Deficiente

Fuente: Elaboración Propia, 2014.

En la tabla 18 se muestran los rangos establecidos de cada indicador utilizado en este trabajo de título, con esto se pueden determinar que máquinas de la línea de producción es la que más falla posee y a cual hay que enfocarse con mayor detención. Estos indicadores van a ser utilizados constantemente para ver en qué situación están, si la máquina está en un estado deficiente se volverá al inicio del modelo para poder determinar con mayor detalle la falla y así poder abordarla de una mejor manera aplicando con mayor énfasis la propuesta presentada en el presente trabajo (Etapa II y Etapa III). Si la condición de la máquina es normal se seguirá trabajando para poder llegar al estado óptimo en la cual todos quieren llegar.

Etapa II: Medición y Monitoreo

Esta etapa busca la interpretación de los datos estadísticos obtenidos anteriormente; se realiza mediante las siguientes tareas:

- **Medir indicadores de resultados:** Según el período de medición del indicador, medir y/o calcular el indicador, con el fin de monitorear el desempeño y tomar acciones inmediatas. Se deben medir y/o calcular los KPI de resultados.
- **Revisión de resultados:** Revisar los resultados de las variables relevantes a fin de detectar brechas con respecto a lo definido en el listado de indicadores. De detectarse brechas, identificar las posibles causas que originan este estado y definir correcciones.
- **Identificar causas:** Al detectarse una brecha del indicador, hacer un análisis causal de las brechas detectadas y definir las acciones a seguir e incluirlo en los reportes. Las causas de brechas pueden ser regeneradas por factores de medición (instrumentos en mal estado, insumos no proveídos, métodos no aplicados o mal aplicados) o factores externos. Si corresponde, se deben implementar acciones inmediatas y reportar.

- **Reportar resultados rutinarios:** Según la frecuencia definida en el listado de indicadores, ingresar los resultados diariamente y/o rutinariamente en las aplicaciones informáticas correspondientes.

Etapa III: Revisión y mejora de medición y monitoreo

- **Revisión de medición y monitoreo:** Al finalizar el mes, revisar los elementos del plan a fin de determinar pertinencia y coherencia. Usar los resultados y el estado de avance de ejecución del plan. Dejar registro de la revisión en el mismo plan. La revisión del plan puede dar tres estados: 1) Plan sigue adecuado, en este caso continuar normalmente la medición y monitoreo. 2) El plan es inadecuado, en este caso realizar los ajustes correspondientes. 3) El plan ha finalizado, en este caso continuar con el siguiente plan.
- **Realizar ajustes al Listado de Indicadores:** Si el listado requiere ajustes, modificar el plan o alguna parte de este a fin de que la medición y monitoreo se haga de forma eficaz. Dejar registro de los ajustes en el propio plan.

V.6.1.3 Revisión & Mejoras

Los gerentes o personal de reporte directo de la empresa INESA S.A. revisarán sus planes correspondientes de forma mensual y trimestral, y cuando lo amerite en un período corto. Las revisiones del Plan Anual se realizarán una vez terminado cada mes.

La información de entrada está dada, directamente, por el proceso de medición y monitoreo. La información a verificar será:

- Cumplimiento de Objetivos y Metas: Cumplimiento real a la fecha de revisión y proyecciones de cumplimientos, al final del período planificado. (Revisiones de KPI's).
- Estado de avance de las acciones planificadas respecto de los plazos establecidos.
- Recursos utilizados respecto de los presupuestados.
- Cumplimiento de los requisitos establecidos por los clientes.

Al detectar brechas, se analizará la pertinencia de modificar el plan, a fin de cumplir con lo planificado. De existir brechas, determinar e implementar planes de acción para superarlas, en el caso de un mal desempeño. Para un buen desempeño identificar y replicar las buenas prácticas, comunicándolo al personal involucrado y generar un producto de calidad.

Por cada revisión que se genere, deberán emitir un reporte en donde se presente, analice, concluya y determinen acciones de mejora, si corresponde.

En base a los planes de mejoras, se determina que la capacitación para operadores y mantenedores, debe ser en forma periódica, para así inculcar el buen mantenimiento y buenas prácticas al operar.

V.7. Conclusiones.

A modo de conclusión, es relevante resaltar los puntos fundamentales de la investigación planteada con el fin de resumir tanto los resultados de los casos teóricos propuestos, como también los planteamientos que se han apoyado en la experiencia práctica.

Existen tres etapas claves dentro de esta investigación mediante las cuales se alcanzaron importantes lineamientos para el entendimiento y mejora del proceso productivo de envases de hojalata, en el comienzo de la investigación existe una etapa de diagnóstico que permite establecer una línea base sobre la actualidad de la actividad y obtener una visualización general del proceso que se investigará. Una vez finalizada la etapa de diagnóstico se propone un análisis orientado a las diferentes variables que tengan un potencial de incidir o condicionar el desempeño de los individuos y máquinas que participan en el proceso, como también factores que puedan condicionar el comportamiento del proceso en su esquema general. De esta manera se generan pruebas de control para el proceso antes mencionado con el objetivo de evaluar variables que tengan potencialidad de acción dentro del proceso en cuestión, considerando su impacto a nivel operacional y económico.

Finalmente se plantea una propuesta de trabajo que cuenta con herramientas y lineamientos que se establecen, considerando los resultados que se desprenden de los capítulos anteriores, de esta manera se busca actuar sobre los factores más importantes del proceso para lograr con esto mejor y mayores niveles de desempeño en el proceso en estudio, como también establecer de manera clara cuales son las directrices en que se debe fijar la empresa en la actividad para obtener los mejores resultados.

Las conclusiones principales de este estudio consideran variables de distintos tipos, en este sentido existen conclusiones que se desprenden del estudio de información del proceso desde una perspectiva que considera decisiones operativas o factores asociados a los operadores y otras que pertenecen al funcionamiento de las máquinas. Se considera en general que ambos tipos de lineamientos apuntan a una mejora en el proceso de la fabricación de envases de hojalata, aceptando, como ha sido a lo largo de toda la

investigación, el margen de error de productos defectuosos como principal indicador que permite manejar del punto de vista productivo, las propuestas y análisis de la información presentes en este estudio.

Para recopilar información relacionada al proceso se utilizaron las bases de datos históricas y actuales, y la herramienta MS-Excel para el manejo y análisis de la información, estos instrumentos permitieron establecer accesibilidad de datos para el análisis del proceso a lo largo de todo el trabajo de título.

Gracias a todo lo que se ha planteado en este estudio y siguiendo a cabalidad el modelo de mejora presentada, la empresa INESA CHILE S.A., Planta Cerrillos aumentará su porcentaje de producción de la línea de un galón desde un 45% a un 60% o más, ya que no existen estándares determinados para las fallas de máquinas al contrario de lo que realiza el modelo, finalmente el aporte entregado en este estudio, logra que los compromisos adquiridos por parte de la empresa con sus clientes se cumplan en un 100% y la empresa pueda seguir liderando el rubro de envases pintureros.

V.8 Recomendaciones.

Una vez concluida la tesis, se considera interesante realizar planteamientos nuevos a nivel gerencial y a nivel de directivos ya que si bien la propuesta que se ha planteado en su totalidad es de mantenimiento, existen problemas que no se pudieron abarcar en este trabajo de título, los que fueron el resultado de la herramienta árbol de las realidades actuales en las cuales se mencionó la dificultad que tenían los trabajadores para poder realizar carrera dentro de la empresa siendo ésta una de las causas raíces denominada “políticas de la empresa”, por otro lado Inesa Chile S.A., no cuenta con programas de capacitaciones para sus trabajadores, es por esto que se recomienda a la empresa que replantee esta política, ya que con una modificación positiva el ambiente laboral será grato y esto ayuda a que los trabajadores produzcan aún mas, también el cuidado de las máquinas y la responsabilidad laboral aumentará significativamente.

Bibliografía.

- INESA, revisado el 6 de Diciembre 2011, [en línea] disponible en:
<http://www.INESA.biz>
- Monzó, José Marco. (2011, 18 de Septiembre) Eliyahu M. Goldratt: In Memoriam. Consultado el día 28 de Marzo del 2012 de la World Wide Web:
<http://jmonzo.blogspot.com/search/label/%C3%A1rboles%20causales>
- Espinosas, F. Herramientas para el control de calidad y mejoramiento del mantenimiento. Disponible en:
<http://ing.utralca.cl/~fepinos/HERRAMIENTAS%20PARA%20EL%20CONTROL%20D E%20CALIDAD%20DEL%20MANTENIMIENTO.pdf>
- Mantenimiento Productivo Total (TPM), Disponible en:
<http://hemaruce.angelfire.com/tpm.pdf>
- Máttig Henríquez, Francisco Javier. (2008). Tesis: Diseño de un sistema de gestión de mantención para la empresa Eroxflex S.A. Universidad de Valparaíso.
- Arata, A. (2009). Ingeniería y Gestión de la Conconfiabilidad Operacional en Plantas Industriales. (RIL Editores). Santiago, Chile.
- Arata, A. & Furlanetto, L. (2005). Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento. (RIL Editores). Santiago, Chile.
- Diagrama de pareto, Disponible en: www.fundibeq.cl;
http://www.suagm.edu/umet/biblioteca/Reserva_Profesores/alicia_gonzalez_educ_525/diagrama_de_pareto.pdf
- González, F. (2001). Mantenimiento Productivo Total: Proceso de implantación y desarrollo Disponible en:
http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_44_176_10_295.pdf
- Díaz, I (2008). Desarrollo de un espacio virtual formativo sobre Mantenimiento Productivo Total, Disponible en : <http://www.pacofrio.com/mpt/memoria.pdf>

ANEXOS.

Anexo N°1: Formato Minuta de Reunión.

Formato 3: Minuta de Reunión.

Minuta de Reunión

Tema:

Objetivo					
Nombre Organizador					
Fecha/Horas		Inicio		Final	
Próxima Reunión		Inicio		Final	

Clasificación:				
Informativa	Control de Avance	Coordinación	Decisión	Otros

Participantes			
Nombre y Apellido	Cargo	Asistencia	Firma

Temas tratados

1. Tema 1

Detalle del Tema

.....

2. Tema 2

Detalle del Tema.....

.....

Compromisos asumidos

Descripción	Responsable

Temas pendientes

1. Tema 1

Detalle del tema.....

.....

2. Tema 2

Detalle del tema.....

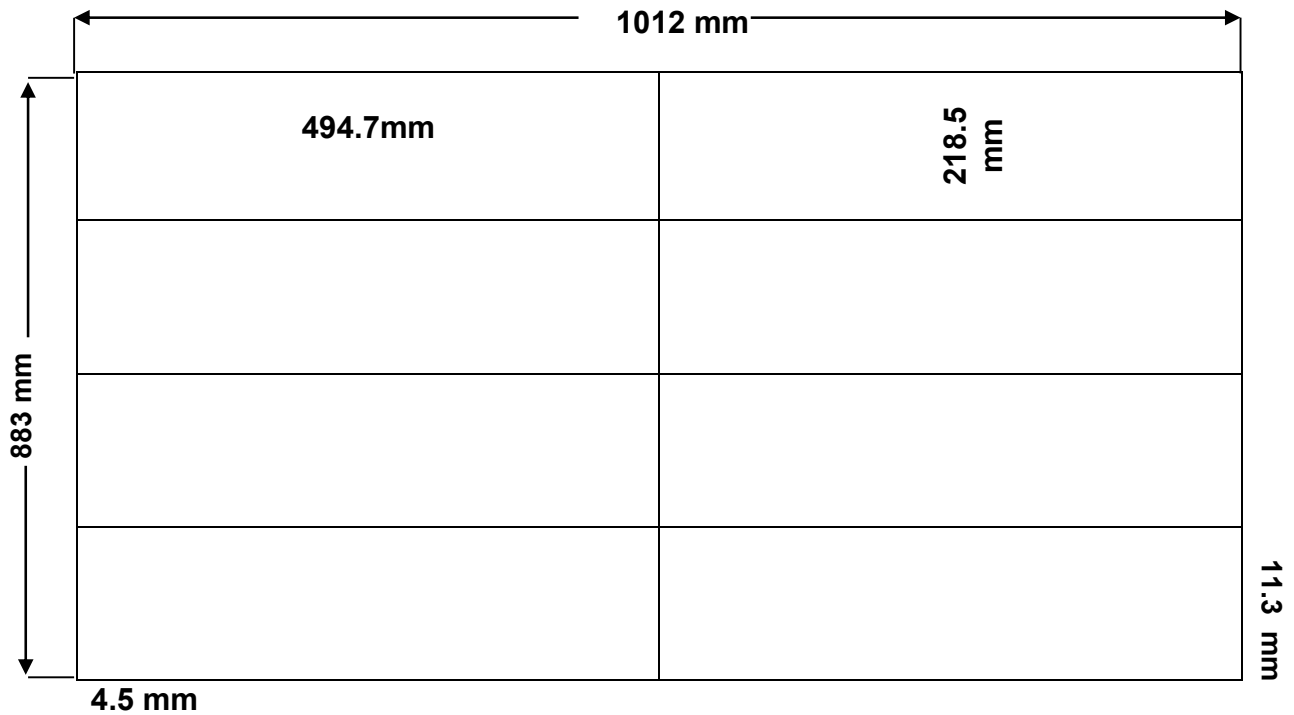
.....

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 2: Dimensiones del Producto.

Dimensión de la Lámina de hojalata es 1012 mm de largo por 883 mm de ancho.

La dimensión del cuerpo de hojalata es 494.7 mm de largo por 218.5 de ancho, en la siguiente figura se muestra gráficamente.



Los datos 11.3 mm y 4.5 mm son las partes que se pierden a través de los procesos.

Anexo N° 3: Planilla para poder determinar el comportamiento de la línea.

Fecha	Turno	Línea	Velocidad (U/MIN)	Horas Brutas Parias	Producción Final	Producción Ideal diaria	Eficiencia	Máquina	Paro	Tiempo Min	Velocidad Máquina	Pérdida en Unidades
02/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	34,301	80,280	43%	Soldadora Ojos 1	Problema Técnico	490	30	14,700
02/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	34,301	80,280	43%	Soldadora Ojos 2	Problema Técnico	34	30	1,020
03/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	29,992	80,280	37%	Cernadora Argolla	Problema Técnico	45	60	2,700
03/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	29,992	80,280	37%	Soldadora Ojos 2	Problema Técnico	110	30	3,300
04/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	29,088	80,280	36%	Soldadora ojos 2	Problema Técnico	470	30	14,100
05/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	30,680	80,280	38%	Soldadora Eléctrica	Problema Técnico	300	60	18,000
05/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	30,680	80,280	38%	Transportador cilindros	cable cortado	80	60	4,800
05/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	30,680	80,280	38%	soldadora ojos 1	Problema Técnico	310	30	9,300
05/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	30,680	80,280	38%	manijera 2	Problema Técnico	90	30	2,700
06/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	28,270	80,280	35%	Soldadora Eléctrica	Problema Técnico	160	60	9,600
06/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	28,270	80,280	35%	Manijera 2	Problema Técnico	160	30	4,800
06/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	28,270	80,280	35%	manijera 2	Problema Técnico	180	30	5,400
06/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	28,270	80,280	35%	Soldadora Eléctrica	meta aislación	195	60	11,700
07/01/2012	1	Envases Galón	60	8	11,971	28,800	42%	Manijera 2	Problema Técnico	180	30	5,400
09/01/2012	1	Envases Galón	60	20	36,360	72,000	51%	manijera 2	Problema Técnico	180	30	5,400
09/01/2012	1	Envases Galón	60	20	36,360	72,000	51%	soldadora ojos 1	Falta de ligadura en ojos	150	30	4,500
10/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	35,969	80,280	45%	soldadora ojos 1	Problema Técnico	420	30	12,600
10/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	35,969	80,280	45%	Pestañadora	problema eléctrico	40	60	2,400
11/01/2012	1	Envases Galón	60	18	22,876	64,800	35%	Manijera 2	Problema Técnico	30	30	900
12/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	35,574	80,280	44%	manijera 2	Problema ambiente	156	30	4,680
12/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	35,574	80,280	44%	soldadora ojos 1	Problema Técnico	615	30	18,450
12/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	35,574	80,280	44%	soldadora ojos 2	Problema Técnico	75	30	2,250
13/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	41,804	80,280	52%	soldadora ojos 1	problema bajada de ojos	75	30	2,250
13/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	41,804	80,280	52%	Soldadora Eléctrica	Trahamiento de las al cable del inicio	16	60	960
14/01/2012	1	Envases Galón	60	8	13,706	28,800	48%	Soldadora ojos 1	problema eléctrico	170	30	5,100
14/01/2012	1	Envases Galón	60	8	13,706	28,800	48%	soldadora ojos 2	Problema Técnico	240	60	14,400
16/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	20,723	80,280	26%	Soldadora ojos 1	problema bajada de ojos	30	30	1,500
16/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	20,723	80,280	26%	manijera 2	Problema ambiente	34	30	1,020
16/01/2012	1	Envases Galón	60	22.3	20,723	80,280	26%	soldadora ojos 1	cambio bohrna vibrador	30	30	900

17.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	40.959	80.280	51%	soldadora oios 1	problema bajada de oios	95	30	2.850
17.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	40.959	80.280	51%	soldadora oios 1	problema hamizadora	95	30	2.850
17.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	40.959	80.280	51%	manijera 1	trancamiento de manijera	95	30	2.850
18.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	30.795	80.280	38%	manijera 1	problemas por regulación	30	30	900
18.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	30.795	80.280	38%	manijera 2	problemas por regulación	45	30	1.350
18.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	30.795	80.280	38%	Cerradora Argolla	Problemas con cabezas	15	60	900
18.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	30.795	80.280	38%	Cerradora Argolla	Problemas con cabezas	141	60	8.460
18.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	30.795	80.280	38%	soldadora oios 2	problema bajada de oios	60	30	1.800
18.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	30.795	80.280	38%	Soldadora oios 1	Se adelantó cilindro al momento de soldar	60	30	1.800
19.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	35.739	80.280	45%	soldadora oios 2	quebra de eje	130	30	3.900
19.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	35.739	80.280	45%	Cerradora Argolla	Problemas con cabezas	77	60	4.620
19.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	35.739	80.280	45%	Cerradora Argolla	problemas por regulación	72	60	4.320
19.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	35.739	80.280	45%	Transportador cilindros	cable cortado	60	60	3.600
20.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	41.065	80.280	51%	manijera 2	problema hamizadora	148	30	4.440
21.01.2012	1	Envases Galón	60	8	13.672	28.800	47%	soldadora oios 1	problema hamizadora	0	60	0
23.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	44.662	80.280	56%	Cerradora Argolla	Problema Técnico	20	60	1.200
23.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	44.662	80.280	56%	Soldadora Eléctrica	Problema Técnico	90	60	5.400
23.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	44.662	80.280	56%	Cerradora Argolla	problemas con argolla G-S	80	60	4.800
24.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	46.836	80.280	58%	Soldadora Eléctrica	Problema Técnico	65	60	3.900
24.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	46.836	80.280	58%	Manijera 2	Problema Técnico	80	30	2.400
25.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	38.804	80.280	48%	Manijera 1	Problema Técnico	40	30	1.200
25.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	38.804	80.280	48%	soldadora oios 2	Problema Técnico	210	30	6.300
25.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	38.804	80.280	48%	Manijera 1	Problema Técnico	80	30	2.400
26.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	35.951	80.280	45%	manijera 1	problema técnico	120	30	3.600
26.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	35.951	80.280	45%	soldadora oios 2	problema técnico	60	30	1.800
26.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	35.951	80.280	45%	soldadora oios 1	problema técnico	60	30	1.800
27.01.2012	1	Envases Galón	60	22	30.646	79.210	39%	manijera 2	cambio de pasador, sube y baja manija	62	30	1.860
28.01.2012	1	Envases Galón	60	8	12.621	28.800	44%	Cerradora Argolla	trancones por regulación de estrella	80	60	4.800
30.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	26.557	80.280	33%	soldadora oios 2	problema hamizadora	180	30	5.400
30.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	26.557	80.280	33%	Soldadora Eléctrica	Problema Técnico	40	60	2.400
30.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	26.557	80.280	33%	manijera 1	trancamiento de manijera	120	30	3.600
31.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	28.910	80.280	36%	soldadora oios 1	problema hamizadora	540	30	16.200
31.01.2012	1	Envases Galón	60	22.3	28.910	80.280	36%	soldadora oios 2	problema hamizadora	180	30	5.400
Total Mes												303.930

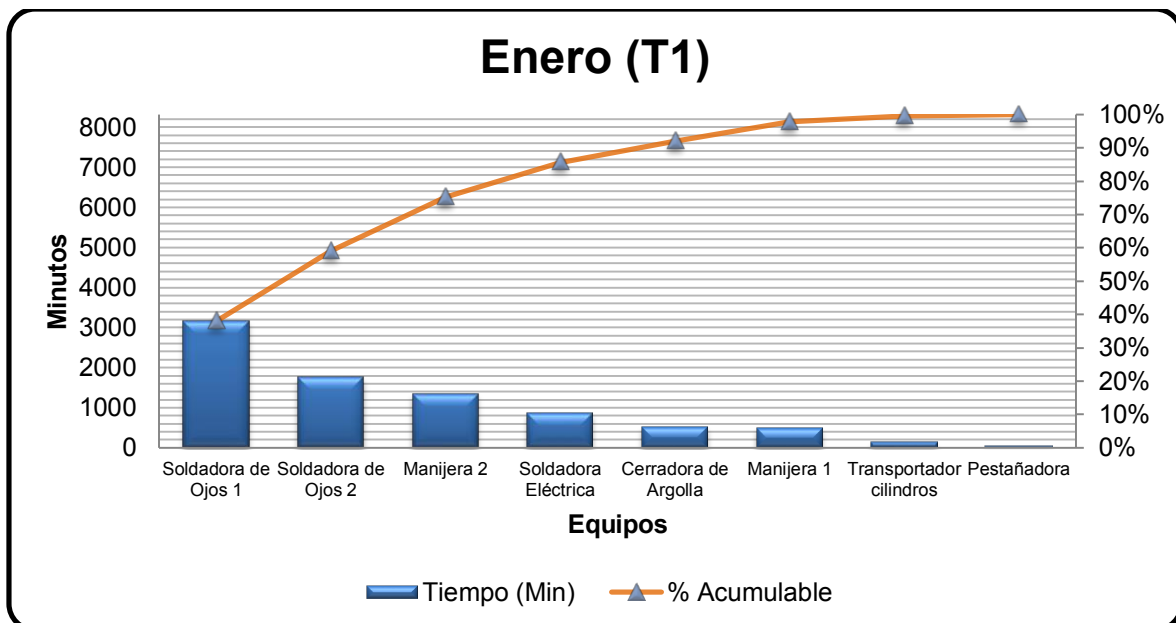
Resultados de la tabla:

Tabla 19: Tabla de Pareto, Enero (T1).

Máquinas	Tiempo (Min)	% Acumable
Soldadora de Ojos 1	3.160	38.0%
Soldadora de Ojos 2	1.749	59.0%
Manijera 2	1.345	75.2%
Soldadora Eléctrica	866	85.6%
Cerradora de Argolla	530	92.0%
Manijera 1	485	97.8%
Transportador cilindros	140	99.5%
Pestañadora	40	100%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29: Diagrama de Pareto, Enero (T1).



Fuente: Elaboración Propia

Tabla del segundo turno:

Fecha	Turno	Líneas	Velocidad (UMIN)	Horas Brutas Diarias	Producción Final	Producción Ideal diaria	Eficiencia	Máquina	Pero	Tiempo (min)	Vel. Máq. (unidades/min)	Pérdida en Unidades
02.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	34301	80,280	43% Maniera 2	Salida Postizo		32	30	960
02.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	34301	80,280	43% Maniera 1	Alambre Torcido		34	30	1,020
02.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	34301	80,280	43% Maniera 2	Alambre Torcido		40	30	1,200
03.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	29932	80,280	37% Soldadora Ojos 2	Problema bajada cilindro		564	30	16,920
04.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	29088	80,280	36% Maniera 2	manía suelta		648	30	19,440
04.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	29088	80,280	36% Soldadora Ojos 2	Boquillas tapadas por barniz		17	30	510
05.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	30680	80,280	38% Soldadora Eléctrica	Problema Técnico		40	60	2,400
06.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	28270	80,280	35% Soldadora ojos 1	problema en bajada de ojos		30	30	900
06.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	28270	80,280	35% Soldadora ojos 1	Problema Técnico		240	30	7,200
09.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35969	80,280	45% maniera 2	Problema Alambre		60	30	1,800
09.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35969	80,280	45% maniera 2	problema bola manijera		60	30	1,800
09.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35969	80,280	45% Soldadora Eléctrica	cambio boquilla		60	60	3,600
10.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35574	80,280	44% Soldadora Eléctrica	Problema Técnico		30	60	1,800
10.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35574	80,280	44% Soldadora Eléctrica	problemas con argolla C-S		50	60	3,000
10.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35574	80,280	44% maniera 1	Alambre Torcido		40	30	1,200
10.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35574	80,280	44% soldadora ojos 1	problema técnico		60	30	1,800
11.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	41804	80,280	52% Soldadora ojos 1	Sin personal		120	30	3,600
11.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	41804	80,280	52% Maniera 1	Problema Técnico		60	30	1,800
12.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	20723	80,280	26% Cerradura Argolla	calentamiento de motor		40	30	1,200
12.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	20723	80,280	26% maniera 1	Boquillas tapadas por barniz		180	30	5,400
13.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	40959	80,280	51% maniera 2	Problema Técnico		95	30	2,850
16.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	30795	80,280	38% soldadora ojos 2	quiebre de eje		360	30	10,800
17.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35739	80,280	45% Cerradura Argolla	problemas con argolla C-S		108	60	6,480
18.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	41085	80,280	51% Maniera 2	Boquillas tapadas por barniz		50	30	1,500
19.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	44662	80,280	56% Soldadora ojos 1	se tapan boquillas por barniz		40	30	1,200
20.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	46826	80,280	58% soldadora ojos 2	Problema bajada de ojos		48	30	1,440
23.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	38804	80,280	48% Maniera 1	Boquillas tapadas por barniz		120	30	3,600
23.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	38804	80,280	48% Maniera 2	Boquillas tapadas por barniz		120	30	3,600
24.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35951	80,280	45% Maniera 1	Quiebre guía de alambre		225	30	6,750
24.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35951	80,280	45% Soldadora Ojos 1	Ojos mal soldados - filtración		180	30	5,400
24.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35951	80,280	45% Soldadora ojos 2	Ojos mal soldados - filtración		180	30	5,400
24.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35951	80,280	45% Maniera 1	Boquillas tapadas por barniz		60	30	1,800
25.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	35951	80,280	45% Maniera 2	Boquillas tapadas por barniz		60	30	1,800
25.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22	30646	79,200	39% maniera 2	trancamiento de manijera, por problemas con alambre		180	30	5,400
26.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22	30646	79,200	39% Soldadora ojos 1	Problemas con electodos		100	30	3,000
26.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	28557	80,280	33% soldadora ojos 2	amago de incendio		140	30	4,200
26.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	28557	80,280	33% soldadora ojos 2	cambio de mangueras por chipsas		100	30	3,000
26.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	28557	80,280	33% Cerradura Argolla	calentamiento de motor		110	60	6,600
27.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	28910	80,280	36% soldadora ojos 1	Ojos no quedan soldados		240	30	7,200
27.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	28910	80,280	36% soldadora ojos 1	se tapan boquillas por barniz		180	30	5,400
27.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	28910	80,280	36% soldadora ojos 2	se tapan boquillas por barniz		180	30	5,400
30.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	27543	80,280	34% soldadora ojos 1	Boquillas tapadas por barniz		180	30	5,400
30.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	27543	80,280	34% maniera 1	Alambre Torcido		30	30	900
30.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	27543	80,280	34% maniera 2	Problema Técnico		30	30	900
31.01.2012	2	Enases 1 Galón	60	22.3	28649	80,280	36% maniera 1	Mantenión		720	30	21,600
Total Mes											199,170	

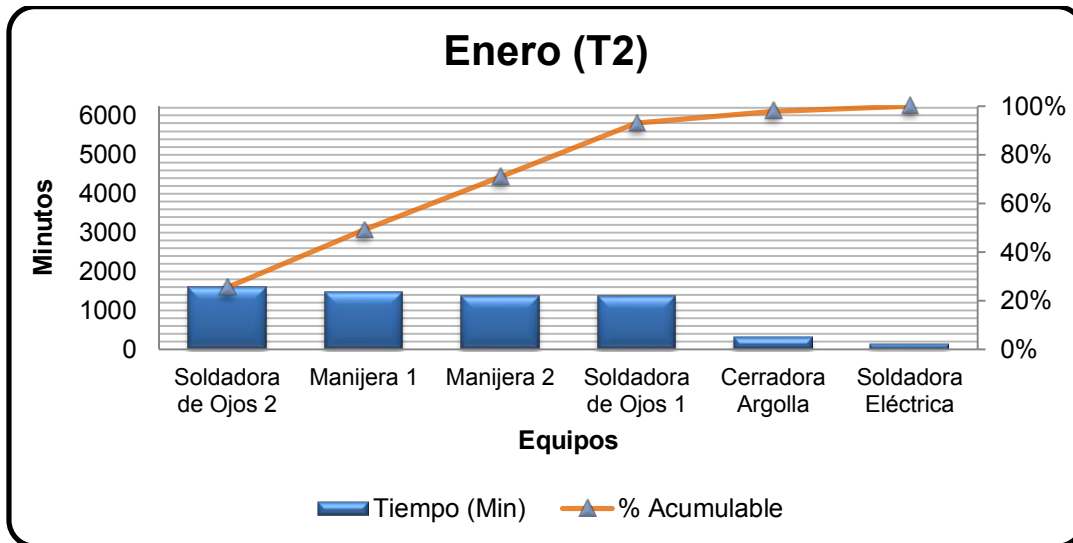
Resultado de la tabla:

Tabla 20: Tabla de Pareto, Enero (T2).

Máquinas	Tiempo (Min)	% Acumulable
Soldadora de Ojos 2	1.589	25.5%
Manijera 1	1.469	49.0%
Manijera 2	1.375	71.0%
Soldadora de Ojos 1	1.370	93.0%
Cerradora Argolla	308	97.9%
Soldadora Eléctrica	130	100%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 30: Diagrama de Pareto, Enero (T2).



Fuente: Elaboración Propia

Totales de los resultados.

Causas Raíces	
Falla de Máquina	33
Bajo Rendimiento	25
Desbalanceo de Línea	27
Fallas por MP	8
Falta de Stock	7
Falla en la Planificación	7

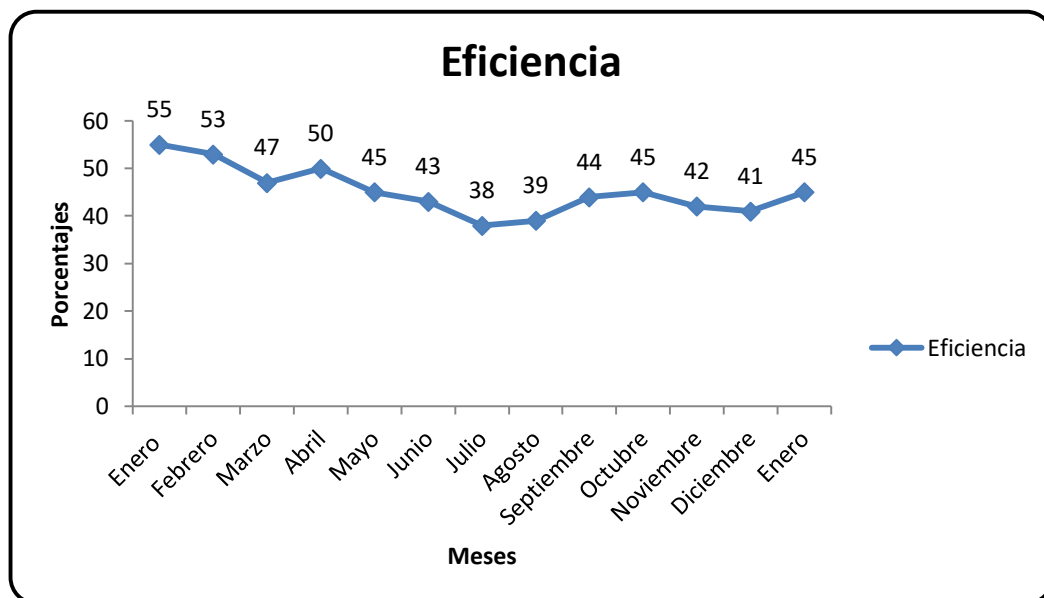
1.- Causas	Falla de Máquina	
	Mala Mantenición	22
	Malos Repuestos	12
	Mala Operación	19

2.- Causas	Bajo Rendimiento	
	Deficiencias en conoc.	11
	Insatisfacción	8
	Falta de Incentivo	9
	Errores en Progra.Producc.	15

3.- Causas	Desbalanceo de Linea	
	Desaprovechamiento de MO.	8
	Fallas en Progra.Producc.	15
	Equipos Obsoletos	14
4.- Causas	Fallas por MP	
	Falta de Control de Calidad	4
	Error en especifica.	2
	Uso de MP de mala calidad	3
	Deterioro de Materiales	2
5.- Causas	Falta de Stock	
	Espacios Reducidos	6
	Alta demanda	2
	Atraso de los pedidos	2
6.- Causas	Problemas en la Planificación	
	Falta de Experiencia	4
	Descoord. con Ventas	1
	Ausencia de Politic.Hechos Impon.	2
	Ausencia de Control en Planifi.	5

Anexo 5: Eficiencia anual.

Mes	Eficiencia
Enero	55
Febrero	53
Marzo	47
Abril	50
Mayo	45
Junio	43
Julio	38
Agosto	39
Septiembre	44
Octubre	45
Noviembre	42
Diciembre	41
Enero	45



Anexo 6: Tasa de Disponibilidad.

Soldadora de Ojos 1.

Turno 1	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hr)	%Disp.
Soldadora de Ojos 1	22.3	490	8.2	63%
	22.3	310	5.2	77%
	20	150	2.5	88%
	22.3	420	7.0	69%
	22.3	615	10.3	54%
	22.3	190	3.2	86%
	22.3	105	1.8	92%
	22.3	300	5.0	78%
	22.3	430	7.2	68%
	22.3	250	4.2	81%
	22.3	60	1.0	96%
	22.3	540	9.0	60%
Promedio	22.1	321.7	5.4	76%
Turno 2	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
Soldadora de Ojos 1	22.3	300	5.0	78%
	22.3	240	4.0	82%
	22.3	385	6.4	71%
	22.3	220	3.7	84%
	22.3	434	7.2	68%
	22.3	320	5.3	76%
	22	187	3.1	86%
	22.3	240	4.0	82%
	22.3	230	3.8	83%
	22.3	287	4.8	79%
Promedio	22.3	284.3	4.7	79%
Promedio Final	22.181818	304.68182	5.0780303	77%

Soldadora de Ojos 2.

Turno 1	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
Soldadora de Ojos 2	22.3	340	5.7	75%
	22.3	210	3.5	84%
	22.3	470	7.8	65%
	22.3	330	5.5	75%
	22.3	480	8.0	64%
	22.3	130	2.2	90%
	22.3	210	3.5	84%
	22.3	560	9.3	58%
	22.3	280	4.7	79%
	22.3	380	6.3	72%
Promedio	22.3	339	5.7	75%
Turno 2	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
Soldadora de Ojos 2	22.3	564	9.4	58%
	22.3	360	6.0	73%
	22.3	480	8.0	64%
	22.3	180	3.0	87%
	22.3	140	2.3	90%
	22.3	100	1.7	93%
	22.3	180	3.0	87%
Promedio	22.3	286.3	4.8	79%
Promedio Final	22.3	317.3	5.3	76%

Manijera 2.

Turno 1	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
Manijera 2	22.3	220	3.7	84%
	22.3	260	4.3	81%
	22.3	180	3.0	87%
	20	180	3.0	85%
	18	300	5.0	72%
	22.3	156	2.6	88%
	22.3	340	5.7	75%
	22.3	450	7.5	66%
	22.3	280	4.7	79%
	22.3	480	8.0	64%
	22	195	3.3	85%
Promedio	21.7	276.5	4.6	79%
Turno 2	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
Manijera 2	22.3	320	5.3	76%
	22.3	40	0.7	97%
	22.3	648	10.8	52%
	22.3	270	4.5	80%
	22.3	350	5.8	74%
	22.3	200	3.3	85%
	22.3	500	8.3	63%
	22.3	120	2.0	91%
	22.3	145	2.4	89%
	22.3	165	2.8	88%
Promedio	22.3	275.8	4.6	79%
Promedio Final	22.0	273.6	4.6	79%

Manijera 1.

Turno 1	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
Manijera 1	22.3	450	7.5	66%
	22.3	305	5.1	77%
	22.3	400	6.7	70%
	22.3	280	4.7	79%
	22.3	320	5.3	76%
	22.3	120	2.0	91%
Promedio	22.3	312.5	5.2	77%
Turno 2	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
Manijera 1	22.3	340	5.7	75%
	22.3	250	4.2	81%
	22.3	180	3.0	87%
	22.3	180	3.0	87%
	22.3	120	2.0	91%
	22.3	225	3.8	83%
	22.3	603	10.1	55%
	22.3	305	5.1	77%
	22.3	720	12.0	46%
Promedio	22.3	324.8	5.4	76%
Promedio Final	22.3	319.9	5.3	76%

Soldadora Eléctrica.

Turno 1	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
Soldadora Elec.	22.3	300	5	78%
	22.3	160	2.7	88%
	22.3	195	3.3	85%
	22.3	160	2.7	88%
	22.3	370	6.2	72%
	22.3	230	3.8	83%
	22.3	440	7.3	67%
Promedio	22.3	265.0	4.4	80%
Turno 2	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
Soldadora Elec.	22.3	405	6.8	70%
	22.3	260	4.3	81%
	22.3	180	3.0	87%
Promedio	22.3	281.7	4.7	79%
Promedio Final	22.3	270	4.5	80%

Cerradora de Argollas.

Turno 1	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
C. Argollas	22.3	245	4.1	82%
	22.3	150	2.5	89%
	22.3	141	2.4	89%
	22.3	177	3.0	87%
	22.3	172	2.9	87%
	22.3	200	3.3	85%
	22.3	380	6.3	72%
Promedio	22.3	209.3	3.5	84%
Turno 2	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
C. Argollas	22.3	350	5.8	74%
	22.3	400	6.7	70%
	22.3	208	3.5	84%
	22.3	110	1.8	92%
Promedio	22.3	267	4.5	80%
Promedio Final	22.3	246.25	4.1041667	82%

Pestañadora.

Turno 1	Horas Brutas Diarias	Tiempo (min)	Tiempo (hrs)	%Disp.
Pestañadora	22.3	240	4.0	82%

Anexo 7: Porcentaje de Calidad.

Cerradora de Argollas.

	Fecha	Máquina	Productos Totales	Prod. No Conforme	Productos buenos	%Calidad
Turno 1	03.01.2012	Cerradora Argolla	29,992	362	29,630	99%
	18.01.2012	Cerradora Argolla	30,795	425	30,370	99%
	18.01.2012	Cerradora Argolla	30,795	358	30,437	99%
	19.01.2012	Cerradora Argolla	35,739	321	35,418	99%
	19.01.2012	Cerradora Argolla	35,739	254	35,485	99%
	23.01.2012	Cerradora Argolla	44,662	89	44,573	100%
	23.01.2012	Cerradora Argolla	44,662	48	44,614	100%
	28.01.2012	Cerradora Argolla	12,621	365	12,256	97%
Turno 2	10.01.2012	Cerradora Argolla	35574	36	35,538	100%
	12.01.2012	Cerradora Argolla	20723	254	20,469	99%
	17.01.2012	Cerradora Argolla	35739	124	35,615	100%
	26.01.2012	Cerradora Argolla	26557	253	26,304	99%
Promedio			31,967	241	31,726	99%

Manijera 1.

	Fecha	Máquina	Productos Totales	Prod. No Conforme	Productos buenos	%Calidad
Turno 1	17.01.2012	Manijera 1	40,959	61	40,898	100%
	18.01.2012	Manijera 1	30,795	328	30,467	99%
	25.01.2012	Manijera 1	38,804	332	38,472	99%
	25.01.2012	Manijera 1	38,804	341	38,463	99%
	26.01.2012	Manijera 1	35,951	420	35,531	99%
	30.01.2012	Manijera 1	26,557	538	26,019	98%
Turno 2	02.01.2012	Manijera 1	34301	85	34,216	100%
	10.01.2012	Manijera 1	35574	67	35,507	100%
	11.01.2012	Manijera 1	41804	143	41,661	100%
	12.01.2012	Manijera 1	20723	236	20,487	99%
	23.01.2012	Manijera 1	38804	122	38,682	100%
	24.01.2012	Manijera 1	35951	78	35,873	100%
	24.01.2012	Manijera 1	35951	311	35,640	99%
	30.01.2012	Manijera 1	27543	54	27,489	100%
	31.01.2012	Manijera 1	28649	215	28,434	99%
Promedio			34,078	222	33,856	99%

Pestañadora.

	Fecha	Máquina	Productos Totales	Prod. No Conforme	Productos buenos	%Calidad
Turno 1	10.01.2012	Pestañadora	35,969	56	35,913	100%

Manijera 2.

	Fecha	Máquina	Productos Totales	Prod. No Conforme	Productos buenos	%Calidad
Turno 1	05.01.2012	Manijera 2	30,680	319	30,361	99%
	06.01.2012	Manijera 2	28,270	342	27,928	99%
	06.01.2012	Manijera 2	28,270	387	27,883	99%
	07.01.2012	Manijera 2	11,971	215	11,756	98%
	09.01.2012	Manijera 2	36,360	297	36,063	99%
	11.01.2012	Manijera 2	22,876	413	22,463	98%
	12.01.2012	Manijera 2	35,574	385	35,189	99%
	16.01.2012	Manijera 2	20,723	195	20,528	99%
	18.01.2012	Manijera 2	30,795	95	30,700	100%
	20.01.2012	Manijera 2	41,065	165	40,900	100%
	24.01.2012	Manijera 2	46,826	234	46,592	100%
	27.01.2012	Manijera 2	30,646	215	30,431	99%
Turno 2	02.01.2012	Manijera 2	34301	354	33,947	99%
	02.01.2012	Manijera 2	34301	48	34,253	100%
	04.01.2012	Manijera 2	29088	87	29,001	100%
	09.01.2012	Manijera 2	35969	355	35,614	99%
	09.01.2012	Manijera 2	35969	214	35,755	99%
	13.01.2012	Manijera 2	40959	321	40,638	99%
	18.01.2012	Manijera 2	41065	254	40,811	99%
	23.01.2012	Manijera 2	38804	89	38,715	100%
	24.01.2012	Manijera 2	35951	48	35,903	100%
	25.01.2012	Manijera 2	30646	113	30,533	100%
	30.01.2012	Manijera 2	27543	321	27,222	99%
Promedio			32,550	238	32,312	99%

Soldadora Eléctrica.

	Fecha	Máquina	Productos Totales	Prod. No Conforme	Productos buenos	%Calidad
Turno 1	05.01.2012	Soldadora Eléctrica	30,680	354	30,326	99%
	06.01.2012	Soldadora Eléctrica	28,270	325	27,945	99%
	06.01.2012	Soldadora Eléctrica	28,270	124	28,146	100%
	13.01.2012	Soldadora Eléctrica	41,804	251	41,553	99%
	23.01.2012	Soldadora Eléctrica	44,662	263	44,399	99%
	24.01.2012	Soldadora Eléctrica	46,826	351	46,475	99%
	30.01.2012	Soldadora Eléctrica	26,557	68	26,489	100%
Turno 2	05.01.2012	Soldadora Eléctrica	30680	73	30,607	100%
	09.01.2012	Soldadora Eléctrica	35969	144	35,825	100%
	09.01.2012	Soldadora Eléctrica	35969	120	35,849	100%
Promedio			34,969	207	34,761	99%

Soldadora de Ojos 1.

	Fecha	Máquina	Productos Totales	Prod. No Conforme	Productos buenos	%Calidad
Turno 1	02.01.2012	Soldadora Ojos 1	34,301	326	33,975	99%
	05.01.2012	Soldadora Ojos 1	30,680	221	30,459	99%
	09.01.2012	Soldadora Ojos 1	36,360	451	35,909	99%
	10.01.2012	Soldadora Ojos 1	35,969	62	35,907	100%
	12.01.2012	Soldadora Ojos 1	35,574	216	35,358	99%
	13.01.2012	Soldadora Ojos 1	41,804	301	41,503	99%
	14.01.2012	Soldadora Ojos 1	13,706	233	13,473	98%
	16.01.2012	Soldadora Ojos 1	20,723	103	20,620	100%
	16.01.2012	Soldadora Ojos 1	20,723	124	20,599	99%
	17.01.2012	Soldadora Ojos 1	40,959	65	40,894	100%
	17.01.2012	Soldadora Ojos 1	40,959	166	40,793	100%
	18.01.2012	Soldadora Ojos 1	30,795	142	30,653	100%
	21.01.2012	Soldadora Ojos 1	13,672	120	13,552	99%
	26.01.2012	Soldadora Ojos 1	35,951	87	35,864	100%
	31.01.2012	Soldadora Ojos 1	28,910	65	28,845	100%
Turno 2	06.01.2012	Soldadora Ojos 1	28270	87	28,183	100%
	06.01.2012	Soldadora Ojos 1	28270	65	28,205	100%
	10.01.2012	Soldadora Ojos 1	35574	142	35,432	100%
	11.01.2012	Soldadora Ojos 1	41804	133	41,671	100%
	19.01.2012	Soldadora Ojos 1	44662	326	44,336	99%
	24.01.2012	Soldadora Ojos 1	35951	221	35,730	99%
	25.01.2012	Soldadora Ojos 1	30646	451	30,195	99%
	27.01.2012	Soldadora Ojos 1	28910	62	28,848	100%
	27.01.2012	Soldadora Ojos 1	28910	98	28,812	100%
	30.01.2012	Soldadora Ojos 1	27543	65	27,478	100%
Promedio			31,665	173	31,492	99%

Soldadora de Ojos 2.

	Fecha	Máquina	Productos Totales	Prod. No Conforme	Productos buenos	%Calidad
Turno 1	02.01.2012	Soldadora Ojos 2	34,301	142	34,159	100%
	03.01.2012	Soldadora Ojos 2	29,992	133	29,859	100%
	04.01.2012	Soldadora Ojos 2	29,088	25	29,063	100%
	12.01.2012	Soldadora Ojos 2	35,574	69	35,505	100%
	14.01.2012	Soldadora Ojos 2	13,706	87	13,619	99%
	18.01.2012	Soldadora Ojos 2	30,795	355	30,440	99%
	19.01.2012	Soldadora Ojos 2	35,739	214	35,525	99%
	25.01.2012	Soldadora Ojos 2	38,804	93	38,711	100%
	26.01.2012	Soldadora Ojos 2	35,951	255	35,696	99%
	30.01.2012	Soldadora Ojos 2	26,557	213	26,344	99%
	31.01.2012	Soldadora Ojos 2	28,910	42	28,868	100%
Turno 2	03.01.2012	Soldadora Ojos 2	29992	147	29,845	100%
	04.01.2012	Soldadora Ojos 2	29088	159	28,929	99%
	16.01.2012	Soldadora Ojos 2	30795	357	30,438	99%
	20.01.2012	Soldadora Ojos 2	46826	258	46,568	99%
	24.01.2012	Soldadora Ojos 2	35951	60	35,891	100%
	26.01.2012	Soldadora Ojos 2	26557	104	26,453	100%
	26.01.2012	Soldadora Ojos 2	26557	180	26,377	99%
	27.01.2012	Soldadora Ojos 2	28910	68	28,842	100%
Promedio			31,268	156	31,112	100%

Anexo 8: Tablas de MTBF.

Soldadora de Ojos 1.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Teórico (hrs)	Tiempo Detenido (hrs)	Tiempo Productivo (hrs)	MTBF
Turno 1	S.O 1	Problema Técnico	1	22.3	8.2	14.1	
	S.O 1	Problema Técnico	1	22.3	5.2	17.1	
	S.O 1	Falta de litografía en ojos	1	20	2.5	17.5	
	S.O 1	Problema Técnico	1	22.3	7.0	15.3	
	S.O 1	Problema Técnico	1	22.3	10.3	12.1	
	S.O 1	Problema bajada de ojos	1	22.3	1.3	21.1	
	S.O 1	Problema eléctrico	1	8	2.8	5.2	
	S.O 1	Problema bajada de ojos	1	22.3	0.8	21.5	
	S.O 1	Cambio bobina vibrador	1	22.3	0.5	21.8	
	S.O 1	Problema bajada de ojos	1	22.3	1.6	20.7	
	S.O 1	Problema barnizadora	1	22.3	1.6	20.7	
	S.O 1	Se adelanta cilindro al momento de soldar	1	22.3	1.0	21.3	
	S.O 1	Problema barnizadora	1	8	0.0	8.0	
	S.O 1	Problema técnico	1	22.3	1.0	21.3	
	S.O 1	Problema barnizadora	1	22.3	9.0	13.3	
Turno 2	S.O 1	Problema en bajada de ojos	1	22.3	0.5	21.8	
	S.O 1	Problema Técnico	1	22.3	4.0	18.3	
	S.O 1	Problema técnico	1	22.3	1.0	21.3	
	S.O 1	Sin personal	1	22.3	2.0	20.3	
	S.O 1	Se tapan boquillas por barniz	1	22.3	0.7	21.6	
	S.O 1	Ojos mal soldados - filtración	1	22.3	3.0	19.3	
	S.O 1	Problemas con electrodos	1	22	1.7	20.3	
	S.O 1	Ojos no quedan soldados	1	22.3	4.0	18.3	
	S.O 1	Se tapan boquillas por barniz	1	22.3	3.0	19.3	
	S.O 1	Boquillas tapadas por barniz	1	22.3	3.0	19.3	
	S.O 1		25	526.3	75.5	450.8	18

Soldadora de Ojos 2.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Teórico (hrs)	Tiempo Detenido (hrs)	Tiempo Productivo (hrs)	MTBF
Turno 1	S.O 2	Problema Técnico	1	22.3	0.6	21.7	
	S.O 2	Problema Técnico	1	22.3	1.8	20.5	
	S.O 2	Problema Técnico	1	22.3	7.8	14.5	
	S.O 2	Problema Técnico	1	22.3	1.3	21.1	
	S.O 2	Problema Técnico	1	8	4.0	4.0	
	S.O 2	Problema bajada de ojos	1	22.3	1.0	21.3	
	S.O 2	Quiebre de eje	1	22.3	2.2	20.1	
	S.O 2	Problema Técnico	1	22.3	3.5	18.8	
	S.O 2	Problema técnico	1	22.3	1.0	21.3	
	S.O 2	Problema barnizadora	1	22.3	3.0	19.3	
	S.O 2	Problema barnizadora	1	22.3	3.0	19.3	
Turno 2	S.O 2	Problema bajada cilindro	1	22.3	9.4	12.9	
	S.O 2	Boquillas tapadas por barniz	1	22.3	0.3	22.0	
	S.O 2	Quiebre de eje	1	22.3	6.0	16.3	
	S.O 2	Problema bajada de ojos	1	22.3	0.8	21.5	
	S.O 2	Ojos mal soldados - filtración	1	22.3	3.0	19.3	
	S.O 2	Amago de incendio	1	22.3	2.3	20.0	
	S.O 2	Cambio de mangueras por chispas	1	22.3	1.7	20.6	
	S.O 2	Se tapan boquillas por barniz	1	22.3	3.0	19.3	
	S.O 2		19	409.4	55.6	353.8	18.6

Manijera 2.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Teórico (hrs)	Tiempo Detenido (hrs)	Tiempo Productivo (hrs)	MTBF
Turno 1	Manijera 2	Problema Técnico	1	22.3	1.5	20.8	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	22.3	2.7	19.6	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	22.3	3.0	19.3	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	8	3.0	5.0	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	20	3.0	17.0	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	18	0.5	17.5	
	Manijera 2	Problema alambre	1	22.3	2.6	19.7	
	Manijera 2	Problema alambre	1	22.3	0.6	21.7	
	Manijera 2	Problemas por regulación	1	22.3	0.8	21.6	
	Manijera 2	Problema barnizadora	1	22.3	2.5	19.8	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	22.3	1.3	21.0	
	Manijera 2	Cambio de pasador , sube y baja manija	1	22	1.0	21.0	
Turno 2	Manijera 2	Salida Postizo	1	22.3	0.5	21.8	
	Manijera 2	Alambre Torcido	1	22.3	0.7	21.6	
	Manijera 2	Manija suelta	1	22.3	10.8	11.5	
	Manijera 2	Problema Alambre	1	22.3	1.0	21.3	
	Manijera 2	Problema bota manijera	1	22.3	1.0	21.3	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	22.3	1.6	20.7	
	Manijera 2	Boquillas tapadas por barniz	1	22.3	0.8	21.5	
	Manijera 2	Boquillas tapadas por barniz	1	22.3	2.0	20.3	
	Manijera 2	Boquillas tapadas por barniz	1	22.3	1.0	21.3	
	Manijera 2	Trancado de manijera, por problemas con alambre	1	22	3.0	19.0	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	22.3	0.5	21.8	
	Manijera 2		23	491.4	45.3	446.1	19.4

Manijera 1.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Teórico (hrs)	Tiempo Detenido (hrs)	Tiempo Productivo (hrs)	MTBF
Turno 1	Manijera 1	Trancado de manijera	1	22.3	1.6	20.7	
	Manijera 1	Problemas por regulación	1	22.3	0.5	21.8	
	Manijera 1	Problema Técnico	1	22.3	0.7	21.6	
	Manijera 1	Problema Técnico	1	22.3	1.3	21.0	
	Manijera 1	Problema técnico	1	22.3	2.0	20.3	
	Manijera 1	Trancado de manijera	1	22.3	2.0	20.3	
Turno 2	Manijera 1	Alambre Torcido	1	22.3	0.6	21.7	
	Manijera 1	Alambre Torcido	1	22.3	0.7	21.6	
	Manijera 1	Problema Técnico	1	22.3	1.0	21.3	
	Manijera 1	Boquillas tapadas por barniz	1	22.3	3.0	19.3	
	Manijera 1	Boquillas tapadas por barniz	1	22.3	2.0	20.3	
	Manijera 1	Quiebre guía de alambre	1	22.3	3.8	18.6	
	Manijera 1	Boquillas tapadas por barniz	1	22.3	1.0	21.3	
	Manijera 1	Alambre Torcido	1	22.3	0.5	21.8	
	Manijera 1	Mantenición	1	22.3	12.0	10.3	
	Manijera 1		15	334.5	32.6	301.9	20.1

Pestañadora.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Teórico (hrs)	Tiempo Detenido (hrs)	Tiempo Productivo (hrs)	MTBF
Turno 1	Pestañadora	Problema eléctrico	1	22.3	0.7	21.6	
	Pestañadora		1	22.3	0.7	21.6	21.6

Soldadora Eléctrica.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Teórico (hrs)	Tiempo Detenido (hrs)	Tiempo Productivo (hrs)	MTBF
Turno 1	S.E	Problema Técnico	1	22.3	5.0	17.3	
	S.E	Problema Técnico	1	22.3	2.7	19.6	
	S.E	Mala aislación	1	22.3	3.3	19.1	
	S.E	Trabamiento de latas al salir del inicio	1	22.3	0.3	22.0	
	S.E	Problema Técnico	1	22.3	1.5	20.8	
	S.E	Problema Técnico	1	22.3	1.1	21.2	
	S.E	Problema Técnico	1	22.3	0.7	21.6	
Turno 2	S.E	Problema Técnico	1	22.3	0.7	21.6	
	S.E	Cambio boquilla	1	22.3	1.0	21.3	
	S.E	Problema Técnico	1	22.3	0.5	21.8	
	S.E		10	223	16.6	206.4	20.6

Cerradora de Argollas.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Teórico (hrs)	Tiempo Detenido (hrs)	Tiempo Productivo (hrs)	MTBF
Turno 1	C.A	Problema Técnico	1	22.3	0.8	21.6	
	C.A	Problemas con cabezales	1	22.3	0.3	22.1	
	C.A	Problemas con cabezales	1	22.3	2.4	20.0	
	C.A	Problemas con cabezales	1	22.3	1.3	21.0	
	C.A	Problemas por regulación	1	22.3	1.2	21.1	
	C.A	Problema Técnico	1	22.3	0.3	22.0	
	C.A	Problemas con argolla C-S	1	22.3	1.3	21.0	
	C.A	Trancones por regulación de estrella	1	8	1.3	6.7	
Turno 2	C.A	Problemas con argolla C-S	1	22.3	0.8	21.5	
	C.A	Calentamiento de motor	1	22.3	0.7	21.6	
	C.A	Problemas con argolla C-S	1	22.3	1.8	20.5	
	C.A	Calentamiento de motor	1	22.3	1.8	20.5	
	C.A		12	253.3	14.0	239.3	19.9

Anexo 9: Tabla de MTTR.

Soldadora de Ojos 1.

	Máquina	N°Total de Fallas	N°Total de Fallas	Tiempo Total empleado (hrs)	MTTR
Turno 1	S.O 1	Problema Técnico	1	8.2	
	S.O 1	Problema Técnico	1	5.2	
	S.O 1	Falta de litografía en ojos	1	2.5	
	S.O 1	Problema Técnico	1	7.0	
	S.O 1	Problema Técnico	1	10.3	
	S.O 1	Problema bajada de ojos	1	1.3	
	S.O 1	Problema eléctrico	1	2.8	
	S.O 1	Problema bajada de ojos	1	0.8	
	S.O 1	Cambio bobina vibrador	1	0.5	
	S.O 1	Problema bajada de ojos	1	1.6	
	S.O 1	Problema barnizadora	1	1.6	
	S.O 1	Se adelanta cilindro al momento de soldar	1	1.0	
	S.O 1	Problema barnizadora	1	0.0	
	S.O 1	Problema técnico	1	1.0	
	S.O 1	Problema barnizadora	1	9.0	
Turno 2	S.O 1	Problema en bajada de ojos	1	0.5	
	S.O 1	Problema Técnico	1	4.0	
	S.O 1	Problema técnico	1	1.0	
	S.O 1	Sin personal	1	2.0	
	S.O 1	Se tapan boquillas por barniz	1	0.7	
	S.O 1	Ojos mal soldados - filtración	1	3.0	
	S.O 1	Problemas con electrodos	1	1.7	
	S.O 1	Ojos no quedan soldados	1	4.0	
	S.O 1	Se tapan boquillas por barniz	1	3.0	
	S.O 1	Boquillas tapadas por barniz	1	3.0	
	S.O 1		25	75.5	3.02

Soldadora de Ojos 2.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Total Empleado (hrs)	MTTR
Turno 1	S.O 2	Problema Técnico	1	0.6	
	S.O 2	Problema Técnico	1	1.8	
	S.O 2	Problema Técnico	1	7.8	
	S.O 2	Problema Técnico	1	1.3	
	S.O 2	Problema Técnico	1	4.0	
	S.O 2	Problema bajada de ojos	1	1.0	
	S.O 2	Quiebre de eje	1	2.2	
	S.O 2	Problema Técnico	1	3.5	
	S.O 2	Problema técnico	1	1.0	
	S.O 2	Problema barnizadora	1	3.0	
	S.O 2	Problema barnizadora	1	3.0	
Turno 2	S.O 2	Problema bajada cilindro	1	9.4	
	S.O 2	Boquillas tapadas por barniz	1	0.3	
	S.O 2	Quiebre de eje	1	6.0	
	S.O 2	Problema bajada de ojos	1	0.8	
	S.O 2	Ojos mal soldados – filtración	1	3.0	
	S.O 2	Amago de incendio	1	2.3	
	S.O 2	Cambio de mangueras por chispas	1	1.7	
	S.O 2	Se tapan boquillas por barniz	1	3.0	
	S.O 2		19	55.6	2.9

Manijera 2.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Total Empleado (hrs)	MTTR
Turno 1	Manijera 2	Problema Técnico	1	1.5	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	2.7	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	3.0	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	3.0	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	3.0	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	0.5	
	Manijera 2	Problema alambre	1	2.6	
	Manijera 2	Problema alambre	1	0.6	
	Manijera 2	Problemas por regulación	1	0.8	
	Manijera 2	Problema barnizadora	1	2.5	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	1.3	
	Manijera 2	Cambio de pasador , sube y baja manija	1	1.0	
Turno 2	Manijera 2	Salida Postizo	1	0.5	
	Manijera 2	Alambre Torcido	1	0.7	
	Manijera 2	Manija suelta	1	10.8	
	Manijera 2	Problema Alambre	1	1.0	
	Manijera 2	Problema bota manijera	1	1.0	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	1.6	
	Manijera 2	Boquillas tapadas por barniz	1	0.8	
	Manijera 2	Boquillas tapadas por barniz	1	2.0	
	Manijera 2	Boquillas tapadas por barniz	1	1.0	
	Manijera 2	Trancado de manijera, por problemas con alambre	1	3.0	
	Manijera 2	Problema Técnico	1	0.5	
	Manijera 2		23	45.3	1.97

Manijera 1.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Total Empleado (hrs)	MTTR
Turno 1	Manijera 1	Trancado de manijera	1	1.6	
	Manijera 1	Problemas por regulación	1	0.5	
	Manijera 1	Problema Técnico	1	0.7	
	Manijera 1	Problema Técnico	1	1.3	
	Manijera 1	Problema técnico	1	2.0	
	Manijera 1	Trancado de manijera	1	2.0	
Turno 2	Manijera 1	Alambre Torcido	1	0.6	
	Manijera 1	Alambre Torcido	1	0.7	
	Manijera 1	Problema Técnico	1	1.0	
	Manijera 1	Boquillas tapadas por barniz	1	3.0	
	Manijera 1	Boquillas tapadas por barniz	1	2.0	
	Manijera 1	Quiebre guía de alambre	1	3.8	
	Manijera 1	Boquillas tapadas por barniz	1	1.0	
	Manijera 1	Alambre Torcido	1	0.5	
	Manijera 1	Mantenición	1	12.0	
	Manijera 1		15	32.6	2.2

Soldadora Eléctrica.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Total Empleado (hrs)	MTTR
Turno 1	S.E	Problema Técnico	1	5.0	
	S.E	Problema Técnico	1	2.7	
	S.E	Mala aislación	1	3.3	
	S.E	Trabamiento de latas al salir del inicio	1	0.3	
	S.E	Problema Técnico	1	1.5	
	S.E	Problema Técnico	1	1.1	
	S.E	Problema Técnico	1	0.7	
Turno 2	S.E	Problema Técnico	1	0.7	
	S.E	Cambio boquilla	1	1.0	
	S.E	Problema Técnico	1	0.5	
	S.E		10	16.6	1.7

Cerradora de Argollas.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Total Empleado (hrs)	MTTR
Turno 1	C.A	Problema Técnico	1	0.8	
	C.A	Problemas con cabezales	1	0.3	
	C.A	Problemas con cabezales	1	2.4	
	C.A	Problemas con cabezales	1	1.3	
	C.A	Problemas por regulación	1	1.2	
	C.A	Problema Técnico	1	0.3	
	C.A	Problemas con argolla C-S	1	1.3	
	C.A	Trancones por regulación de estrella	1	1.3	
Turno 2	C.A	Problemas con argolla C-S	1	0.8	
	C.A	Calentamiento de motor	1	0.7	
	C.A	Problemas con argolla C-S	1	1.8	
	C.A	Calentamiento de motor	1	1.8	
	C.A		12	14.0	1.2

Pestañadora.

	Máquina	N° Total de Fallas	N° Total de Fallas	Tiempo Total Empleado (hrs)	MTRR
Turno 1	Pestañadora	Problema eléctrico	1	0.7	
	Pestañadora		1	0.7	0.7

14:00 to 15:00								
15:00 to 16:00								
16:00 to 17:00								
17:00 to 18:00								
18:00 to 19:00								
19:00 to 20:00								
19:00 to 20:00								
20:00 to 21:00								
21:00 to 22:00								
TOTAL								

NOTE: ONE SHEET PER PRODUCT

Anexo 11: Fotografías de la línea de producción.



Línea de Producción.



Pallet con los productos terminados.



Soldadoras de ojos.

