

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

**METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA MANUFACTURA
ESBELTA EN UNA LÍNEA DE ÁRBOLES DE LEVAS**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE MANUFACTURA**

**POR:
VICTOR HUGO GONZÁLEZ OCHOA**

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE 2006

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS MONTERREY

DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA

Los miembros del comité de tesis recomendamos que el presente proyecto de tesis presentado por el Ing. Víctor Hugo González Ochoa sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de:

Maestro en Ciencias
Especialidad en Sistemas de Manufactura

Comité de Tesis

M.C. Luis Vicente Cabeza Aspiazu

Asesor

M.C. Federico Guedea Elizalde

Sinodal

Dr. David Apolinar Guerra Zubiaga

Sinodal

APROBADO

Dr. Federico Viramontes Brown

Director del Programa de Graduados en Ingeniería y Arquitectura

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi asesor M.C Luis V. Cabeza por apoyarme en esta tesis, por sus consejos recibidos y su gran ayuda durante este trabajo de tesis.

A mis sinodales M.C Federico Guedea y Dr. David Guerra, por sus recomendaciones puntuales para enriquecer este trabajo y su tiempo.

A la empresa donde se llevó acabo este trabajo de tesis, la cual ha sido de gran ayuda en todos los sentidos para poder llevar acabo este trabajo.

A mis hermanos Elva Aide y Carlos Augusto, por el apoyo y soporte durante el desarrollo de esta tesis. Gracias por su tiempo y su trabajo.

A mis amigos y compañeros de trabajo que siempre estuvieron al pendiente de mis estudios, por alentarme con sus palabras para terminar lo que inicie hace cuatro años.

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por darme la fuerza e iluminación para lograr este trabajo y todo lo que hasta hoy he logrado, por enviarme a ese ángel que me ha ayudado a ser mejor persona y disfrutar de esta vida llena de satisfacciones. Gracias Dios por todo lo que tengo, lo que he vivido y he disfrutado.

A mis padres J. Ascensión González Orozco y Ma. Elva Ochoa Sánchez por ser unos padres extraordinarios y apoyarme en todo momento a seguir adelante. Gracias por sus consejos y ser mi motor para seguir adelante.

A mis hermanos Elva Aide, Carlos Augusto y Julio César por sus palabras de aliento y consejos. Por ser los hermanos que hasta hoy han sido y me siento orgulloso de tenerlos a mi lado.

ÍNDICE
CONTENIDO

I.	Sustentación del Proyecto	
1.	Introducción.....	1
2.	Antecedentes - Justificación.....	3
3.	Objetivos - Alcances.....	5
II.	Marco Teórico	
1.	Inicios de la Manufactura Esbelta.....	7
2.	Eliminación de Desperdicios.....	12
2.1.	Desperdicio por sobreproducción.....	13
2.2.	Desperdicio de movimiento.....	13
2.3.	Desperdicio de transportación.....	13
2.4.	Desperdicio de procesamiento.....	13
2.5.	Desperdicio por espera.....	13
2.6.	Desperdicio por productos defectuosos.....	13
2.7.	Exceso de inventario.....	14
3.	Principios de Manufactura Esbelta.....	14
4.	Herramientas de Manufactura Esbelta.....	15
4.1.	Sistema de Jalar.....	15
4.2.	Flujo de una Pieza.....	15
4.3.	Justo a Tiempo.....	16
4.4.	Control Visual.....	16
5.	Mantenimiento Preventivo Total.....	17
III.	Descripción del Modelo Conceptual	
1.	Historia de la Empresa y del Programa de Manufactura Esbelta.....	21
2.	Identificación Oportunidades.....	25
3.	Establecer Objetivos.....	27
4.	Modelo Propuesto para dar Resultados Propuestos.....	27
5.	Jerarquización de Proyectos.....	29
6.	Capacitación de Habilidades.....	30
7.	Capacitación de Conocimientos en Base Tecnológica.....	32
8.	Implementación de la Capacitación.....	33
9.	Métrica de Control de la Capacitación.....	35
10.	Motivación.....	36
IV.	Aplicación del Modelo	
1.	Introducción.....	37
2.	Productos.....	38
2.1.	Procesos de Manufactura de Árboles.....	39
3.	Línea Bajo Estudio.....	42
4.	Programación de Producción y Pedido de Material.....	64
4.1.	Cliente.....	64
4.2.	Proveedor.....	64
4.3.	Almacén de Materia Prima.....	65
4.4.	Línea de Producción.....	65
4.5.	Almacén de Producto Terminado.....	65
4.6.	Embarques.....	65

5.	Medidores de Desempeño.....	66
5.1.	Desperdicio Interno.....	66
5.2.	Eficiencia.....	68
5.3.	Quejas del Cliente.....	70
5.4.	PPM.....	72
5.5.	Entregas a Tiempo.....	73
V.	Análisis del Mapa de la Cadena de Valor Actual.....	75
VI.	Conclusiones	
1.	Introducción.....	81
2.	Trabajo de Mejora a VSM Actual.....	81
2.1.	Desperdicio por Operación.....	81
2.2.	Exceso de Inventario.....	93
3.	Implementación.....	94
4.	Mejoras Realizadas.....	95
5.	Resultados.....	99
6.	Recomendaciones para investigaciones futuras.....	99
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
	ANEXOS	
Anexo 1.	Diagrama de flujo actual del proceso árbol de levas.....	103
Anexo 2.	Plan de Reacción.....	106
Anexo 3.	Tabla de Combinación de Trabajo Estandarizado.....	107
Anexo 4.	Mapa de la Cadena de Valor Actual.....	119
Anexo 5.	Instrucción de trabajo - Mantenimiento de herramental OP. 80.....	120
Anexo 6.	Metodología 8D's.....	128
Anexo 7.	Instrucción de trabajo – Ajuste de operación 80.....	134
Anexo 8.	Propuestas para generar compromiso.....	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1	Modelo Propuesto para dar Resultados.....	28
Figura 4.1	Casa de TPS y herramientas del programa LPS.....	37
Figura 4.2	Distribución de Producción por Producto.....	38
Figura 4.3	Partes para árbol ensamblado – Leva y apoyos.....	41
Figura 4.4	Dibujo de árbol ensamblado.....	42
Figura 4.5	Layout de la línea de árboles de levas.....	43
Figura 4.6	Layout operación 70.....	46
Figura 4.7	Layout operación 75.....	48
Figura 4.8	Layout operación 80.....	51
Figura 4.9	Layout operación 90.....	53
Figura 4.10	Layout operación 100.....	54
Figura 4.11	Layout operación 110.....	56
Figura 4.12	Layout operación 120.....	58
Figura 4.13	Layout operación 130.....	59
Figura 4.14	Layout operación 140.....	61
Figura 4.15	Layout operación 150.....	62
Figura 4.16	Layout operación 160.....	63
Figura 4.17	Desperdicio mensual de línea bajo estudio.....	68
Figura 4.18	Eficiencia mensual de línea bajo estudio.....	70
Figura 4.19	Quejas con el cliente de línea bajo estudio.....	72
Figura 4.20	PPM mensual de línea bajo estudio.....	73
Figura 4.21	Entregas a tiempo de línea bajo estudio.....	74
Figura 5.1	Información VSM por Operación.....	76
Figura 6.1	Dibujo de cortador operación 75.....	82
Figura 6.2	Medición de cortador en calibrador electrónico.....	83
Figura 6.3	Pareto de características fuera de especificación operación 140.....	84
Figura 6.4	Orientador de pieza operación 80.....	85
Figura 6.5	Ejemplos de piezas de plástico para disminuir golpes.....	90
Figura 6.6	Filtro mal ensamblado.....	90
Figura 6.7	Doble marca láser.....	91

ÍNDICE DE FORMULAS

Formula 4.1.	Partes por Millón.....	72
Formula 5.1.	Disponibilidad de Máquina.....	77
Formula 5.2.	Producción Diaria.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6.1.	Resultado mejora operación 75.....	96
Tabla 6.2.	Resultado mejora operación 140-Fase Angular.....	97
Tabla 6.3.	Resultado mejora operación 140-Taper.....	97
Tabla 6.4.	Resultado mejora operación 160-Golpes en partes maquinadas.....	97
Tabla 6.5.	Resultado mejora operación 160-Doble marca láser.....	98
Tabla 6.6.	Resultado mejora exceso de inventario.....	98

I. SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO

1. Introducción

El objetivo final de toda empresa es el obtener ganancias, y para lograr esto las empresas buscan metodologías o herramientas que les ayuden a reducir sus costos de producción o lanzamiento de nuevos productos. Tanto en el área operativa como en cualquier área relacionada con el proceso de diseño, lanzamiento del producto, instalación de maquinaria, arranque del proyecto y producción normal.

Las metodologías que se usan hoy en día se enfocan principalmente a la mejora de procesos productivos ya establecidos, buscando la identificación de áreas de oportunidad como son la disminución de inventarios, reducción de tiempos de ciclo, selección y entrenamiento de personal, entre otros. Y es cierto que se consiguen grandes ahorros al mejorar varias de estas áreas, logrando mantenerse competitivos en un mercado que cada vez se vuelve mas difícil de permanecer por la competencia que ya es a nivel global y de no pensar de esta manera, cualquier empresa esta destinada a cerrar de no continuar con la mejora continua.

Anteriormente en México las empresas extranjeras buscaban invertir en el país por el bajo costo de la mano de obra, las facilidades del gobierno para establecerse y menores cargas fiscales. Sin embargo, estas ventajas que ofrecía México dejaron de ser atractivas para los países extranjeros, ya que en estos días hay países que ofrecen mejores oportunidades para el establecimiento de empresas.

La mano de obra ya no es barata, el gobierno no ha realizado reformas estructurales a sus leyes para atraer a los inversionistas y darles una seguridad de estabilidad del país. Pero a pesar de esto México sigue siendo un país atractivo para la inversión tanto de capital externo como nacional. Una ventaja es su mano de obra calificada que a diferencia de los países que tienen un menor costo en su mano de obra, son naciones que están en crecimiento pero no tienen aun la suficiente experiencia y entrenamiento en diferentes procesos de manufactura. Esto México lo puede aprovechar especialmente en el lanzamiento de nuevos proyectos, ya que al tener

personal capacitado en diferentes procesos, los tiempos de lanzamiento de un proyecto se pueden ver disminuidos y por ende los costos incurridos.

La Manufactura Esbelta busca la creación de valor a través de la innovación y la eliminación de desperdicios para el cliente. Donde el cliente requiere de un producto o servicio con la más alta calidad y a un bajo precio y quien pueda proveer esto al cliente es quien se mantendrá dentro del mercado. Y a su vez llevando a la empresas a buscar formas de disminuir los costos de producción pero sin afectar el precio final sino el costo de producción y las ganancias de la empresa.

La intención de esta tesis es lograr el incremento de la productividad mediante la aplicación de los principios de manufactura esbelta en una línea de producción de la industria automotriz. Esto con la finalidad de lograr la identificación de procesos clave y áreas de mejora, la reducción de costos de producción y una mejora los niveles de calidad. Se espera que con la aplicación de la manufactura esbelta permita un incremento en la productividad de la línea de producción, ser la base para implementar estos principios en toda la planta para así lograr un beneficio económico para la empresa.

Para lograr implementar cualquier metodología de mejora en la empresa es necesario que esta desarrolle un plan estratégico, donde se busca que el personal acepte el proyecto y logre el éxito del mismo. Los componentes que debe contener este plan estratégico son los siguientes:

- Involucramiento del empleado.
- Principios de calidad total.
- Desarrollo de proveedores.
- Estandarización y simplificación en diseño y manufactura.
- Manufactura celular.
- Reducción de tiempos de ajuste.
- Control y planeación de producción
- Mantenimiento total.

2. Antecedentes – Justificación

En la empresa bajo estudio se cuenta con un programa de Manufactura Esbelta que se encuentra en la fase de implementación, la problemática que se presenta es el implementar de manera exitosa este programa utilizando las herramientas y principios de Manufactura Esbelta en el arranque de producción de una línea de árboles de levas. Además de lograr un compromiso de las personas hacia el programa que ya existe pero que aun esta en su fase de implementación.

Esta tesis se centra en la aplicación de los principios de Manufactura Esbelta:

- a) Especificar lo que agrega valor desde la perspectiva del cliente.
- b) Identificar las acciones que agregan valor.
- c) Hacer que el valor fluya sin interrupciones.
- d) Hacer que el cliente “jale” el valor del producto.
- e) Buscar la perfección.

Mediante la utilización de estos principios se busca lograr incrementar la productividad, específicamente en una planta del ramo automotriz. Con el objetivo de obtener beneficios de reducción de tiempos de ciclo, cumplimiento a presupuesto y objetivos clave del proyecto, así como detectar áreas de oportunidad de la línea de manufactura.

La empresa donde se llevara a cabo esta tesis se dedica a la manufactura de partes automotrices y que en los últimos años ha tenido por lo menos dos proyectos de instalación o modificación de algunas de las líneas de manufactura. Y que por sistema se debe de usar el manual de APQP (proceso definido para el desarrollo del proyecto, es proveer un camino en común para la sincronización de las actividades de desarrollo de un producto.) para llevar a cabo el lanzamiento del proyecto, el cual cada día presenta tiempos de lanzamientos cortos y agresivos, esto en base a la urgencia de los clientes por llevar a cabo el inicio de producción o simplemente para asegurar que la línea estará lista para fecha de inicio de producción y que si llega a

sucedier algún problema mayor se cuenta con tiempo para realizar las modificaciones necesarias.

Sin embargo, el tener una línea de producción lista para producir piezas lleva un gran número de actividades y en donde la mayoría de las veces solo se puede planear sobre lo que se conoce y asumir que se cumplirán las actividades planeadas. Lamentablemente esto es un mundo ideal y en la mayoría de las veces no se cumple el plan contra las actividades programadas, especialmente al momento de instalar las máquinas.

Hoy en día con los tiempos tan cortos para instalar, probar y ajustar un proceso obligan a que las mejoras se realicen durante el arranque de la línea, provocando un arranque lento y una falta en el cumplimiento al programa de producción. Esto se da especialmente en líneas que no están automatizadas y en las que se depende de personas para mover material y operar las máquinas. Este último punto no es problema ya que la tecnología ha permitido tener procesos estables y que cumplen con calidad y tiempos de ciclo, pero en la cuestión del método para mover el material, en la logística que se debe de seguir y la selección de pasos de operación, es donde se presenta la mayor área de oportunidad.

Aquí es donde la Manufactura Esbelta juega un papel importante, y es cierto que su aplicación en procesos ya establecidos se ven los cambios rápidamente, pero el objetivo es lograr su aplicación en la etapa de planeación y lanzamiento del proyecto. Ya que esto permitiría anticipar problemas de logística, bancos entre operaciones y capacidades de producción, de lo contrario se incurrirá en gastos extras.

3. Objetivos – Alcances

Actualmente ya se cuenta con una guía de puntos a cubrir para el lanzamiento de proyectos, la cual ha sido de gran ayuda para el cumplimiento de las fechas clave; sin embargo, se busca mejorar la metodología de implementación por lo cual se piensa tener los siguientes objetivos generales para lograrlo:

- a) Implementar los principios de manufactura esbelta ((Especificar lo que agrega valor desde la perspectiva del cliente, identificar las acciones que agregan valor, hacer que el valor fluya sin interrupciones, hacer que el cliente “jale” el valor del producto, buscar la perfección) en el lanzamiento del proyecto, centrándose en el arranque de la línea de producción.
- b) Identificar las actividades que agregan valor al proceso de planeación, así como las que no agregan valor para tratar de eliminarlas o disminuirlas. De tal modo que se utilicen los recursos de una mejor manera y no se invierta tiempo en actividades que no agregaran valor al proyecto.
- c) Mejorar las relaciones de comunicación entre los diferentes departamentos que intervienen en la instalación de una línea de producción (manufactura, calidad, compras, mantenimiento y finanzas) para lograr un lanzamiento exitoso de proyecto.

El alcance de este proyecto considera el análisis del proceso actual para implementar los principios de Manufactura Esbelta en una línea de producción de reciente inicio de operaciones.

Lo que se busca es analizar la información de las herramientas de Manufactura Esbelta con que se cuentan en la empresa, teniendo como punto clave el análisis y entendimiento de las mismas y el éxito obtenido de este programa en la empresa bajo estudio. Así como las situaciones que se han presentado a lo largo de la vida del programa de Manufactura Esbelta para lograr un sistema estable.

En base a la información que se analice de lo implementado en Manufactura Esbelta en la línea bajo estudio se buscará generar ideas de mejora y planes de acción. Buscando lograr implementar la mayor cantidad de ideas que se puedan, además de sugerir nuevas formas de trabajo y sobre todo el crear un compromiso de la gente a todos los niveles con el programa de Manufactura Esbelta. Esto a través de un análisis de las formas de trabajo actuales y la motivación que se tiene hacia la gente que labora en la empresa.

II. MARCO TEORICO

1. Inicios de la Manufactura Esbelta

Los orígenes de la manufactura esbelta se deben remontar hasta el año 1800, con el señor Eli Whitney el cual además de crear la máquina para desgranar el algodón introdujo el término de partes intercambiables. Desarrollando e implementando el sistema de manufactura y la línea de ensamble, la cual fue la primera en usarse en la producción de mosquetes en el gobierno norteamericano.¹

Posteriormente Frederick W. Taylor inicio con el estudio de métodos de trabajo y a los trabajadores. El resultado fue el Estudio de Tiempos y el Trabajo Estandarizado, siendo en su época una idea muy controversial, ya que Taylor ignoraba la ciencia del comportamiento dejando al trabajador como un elemento más del sistema.²

La siguiente aportación fue la del Estudio de Movimientos y la invención de las Cartas de Proceso, las cuales fueron creadas por Frank Gilbreth³. Donde la aportación clave es el que se incluyen todos los elementos del trabajo, incluyendo aquellos que no agregan valor y que ocurren entre los elementos principales.

Lillian Gilbreth⁴ introdujo la psicología a la mezcla, mediante el estudio de las motivaciones de los trabajadores y como las actitudes afectan la salida del proceso. Siendo estas personas quienes fueron las pioneras de la idea de “eliminación de desperdicios”, punto clave en la Manufactura Esbelta y el Justo a Tiempo (JIT).

Los conceptos establecidos por Eli Whitney y Taylor fueron posteriormente usados por Henry Ford⁵ para formar un sistema completo de manufactura (gente, máquinas, herramientas y productos), donde se arreglaron de tal manera para producir por

¹ <http://www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml>

² Idem. 1

³ Idem. 1

⁴ Idem. 1

⁵ Idem. 1

primera vez un automóvil en serie. A Henry Ford se le reconoce como ser el primero en poner en práctica el Justo a Tiempo y la Manufactura Esbelta.

Después del término de la Segunda Guerra Mundial, Japón estaba totalmente destruido y buscaba formas para renacer su economía e industria. Esto llevo a las empresas japonesas a voltear hacia Estados Unidos y mandar personas a estudiar la industria norteamericana, siendo una de ellas Taichii Ohno de la empresa Toyota.

Taichii Ohno junto con Shingeo Shingo empezaron aplicar los fundamentos del sistema de producción de Ford, control estadístico del proceso y otras técnicas que englobaron en el Sistema de Producción Toyota (TPS, por sus siglas en ingles). Sin embargo, la gente de Toyota se dio cuenta que no podían aplicar el sistema de Ford como se hacia en Estados Unidos. Esto era porque en el sistema de Ford cada operación quedaba compartimentada en una sucesión de tareas mecánicas y repetitivas, con lo que dejaban de tener valor las calificaciones técnicas o artesanales de los obreros. En cambio la gente de Toyota se dio cuenta que los obreros no solo eran músculos y la fuerza de trabajo, sino que podían aportar más al proceso de producción, siendo este el inicio de los Círculos de Calidad.⁶ Tal vez el éxito de este sistema radica en haber logrado una combinación de la producción en masa y en lote, algo que el sistema de Ford no contemplaba ya que se basaba en producir un solo producto, además de haber logrado resolver el problema de ajustes para cada trabajo y el tiempo de cambio de producto.

Las empresas están en la búsqueda constante de ser las mejores, de ser de *clase mundial*. Teniendo como definición de clase mundial el que la compañía puede competir exitosamente y obtener ganancia en un ambiente de competencia internacional, y no solamente hoy, pero también en el futuro. Existen una serie de características que tienen las empresas de clase mundial:

⁶ Idem 1. Pág. 8

Dirección/Involucramiento del Empleado

1) Liderazgo visionario y campeones:

Las compañías de clase mundial tienen un grupo de gerentes dedicados a la mejora continua, a través del liderazgo y la guía, articulan una visión de excelencia, motivando a la gente para trabajar en equipo y eliminar desperdicios, creando un valor competitivo.

2) Nueva cultura metas y pensamiento:

Las empresas de hoy en día usan métodos para compararse, para buscar y evaluar las mejores políticas y prácticas en la industria. Estas comparaciones competitivas se vuelven más importantes para apoyar el desarrollo de productos, planeación de calidad, mejoras al proceso y producto y establece la meta global de la compañía.

3) Plan estratégico a largo plazo y dirección:

Las compañías de clase mundial tienen un plan estratégico a largo plazo (tres a cinco años), el cual no solo identifica los objetivos corporativos, planes operacionales y prácticas que agregan valor a los productos de la compañía, pero también identifica el conocimiento, herramientas y habilidades para una implementación efectiva.

4) Involucramiento del empleado y desarrollo del recurso humano:

Las compañías de clase mundial tienen empleados involucrados a todos los niveles y poseen programas de entrenamiento para proveer conocimiento a sus empleados y las habilidades necesarias para mejorarse a si mismos. Es obtener un beneficio mutuo, donde el empleado mejora y crece junto con la empresa.

5) Objetivos integrales y holísticos:

Dentro de las empresas se tienen políticas y prácticas de dirección que promueven el enfoque holístico que buscan disolver barreras entre las diferentes áreas de la compañía, haciendo énfasis en que la calidad, costo, tiempo de entrega y servicio al cliente son compatibles, posibles y necesarios.

6) Sistemas de medición de metas y recompensas:

Deben de existir sistemas de medición que consideren la calidad, la mejora del recurso humano, esfuerzo de equipo y otras variables clave que reflejen que se esta agregando valor al producto.

7) Organizaciones enfocadas al producto o al cliente:

Se busca que la complejidad que existe en las empresas sea menor, para poder mantener un alto nivel de enfoque al cliente y de servicio. Es descentralizar las operaciones y estructura organizacional, haciendo las cosas más pequeñas y manejables.

8) Sistemas y prácticas de buena comunicación:

Es importante reconocer la importancia de la buena comunicación, se requiere establecer y mantener sistemas y procedimientos simples que provean información a tiempo y efectiva a todos los niveles de la organización.

9) Promover/apoyar de búsqueda y educación:

Las empresas de clase mundial crean relaciones y establecen vínculos con sistemas de universidades, promoviendo el estudio y actividades educacionales que provean una ventaja competitiva a largo plazo.

Calidad

10) Desarrollo y mercadeo del producto enfocado al cliente:

Las empresas de clase mundial se enfocan en estrategias dirigidas al cliente, haciendo énfasis en tener contacto con el cliente y proveyendo de productos con la calidad y especificaciones que requiere el cliente, es el escuchar la “voz del cliente”

11) Equipos multifuncionales para la manufactura/diseño del producto:

Dentro de las compañías se tienen equipos de personas multifuncionales, los cuales se encargan de comunicar y responder las necesidades del cliente a

través de la organización, permitiendo proveer mejores productos y en menor tiempo.

12) Responsabilidad individual y mejora continua de la calidad:

Las compañías de clase mundial hacen de la calidad un *trabajo responsabilidad de todos*, que permite el asegurar la calidad y ayudan a la mejora continua de la misma.

13) Control estadístico del proceso de características críticas del producto:

Las compañías de clase mundial se enfocan en controlar el proceso, basándose en medidas estadísticas y apoyan la toma de decisiones a nivel operativo usando fuentes de datos locales sobre variables clave para comparación contra las necesidades del cliente.

14) Énfasis en innovación y experimentación:

Las compañías de clase mundial son innovadoras, constantemente experimentan para mejorar sus productos y procesos existentes, y desarrollan nuevos, buscando el tener menos variabilidad y mayor capacidad.

15) Relaciones de compañerismo con vendedores certificados de calidad:

Las compañías de clase mundial buscan y establecen relaciones ganar-ganar con un proveedor por comodidad y buscan el involucramiento temprano de un vendedor en la mejora continua y desarrollo de nuevos productos.

Operaciones de Producción

16) Procesamiento de flujo continuo/manufactura celular:

Las compañías de clase mundial se enfocan en estandarización, simplificación y enfocan sus operaciones de manufactura, buscando reducir la complejidad y facilitando el uso efectivo del procesamiento continuo para la reducción de tiempos de entrega, inventarios en proceso y manejo de materiales.

17) Demanda basada, no capacidad basada, procesamiento:

Las compañías de clase mundial reconocen que adoptar un punto de vista de operaciones de manufactura aun al costo de permitir que las máquinas no estén operando durante algún tiempo pueden proveer ganancias en eficiencia y calidad de la planta.

18) Procedimientos de cambio rápido/lotes pequeños:

Las compañías de clase mundial utilizan equipos multidisciplinarios y multinivel para estandarizar y simplificar los procedimientos de cambios, reduciendo los tiempos de paro durante los cambios de trabajos, permitiendo producir lotes pequeños.

19) Énfasis en estandarización/simplificación antes de automatización:

Las compañías de clase mundial tienden a ver la alta tecnología y la automatización más como herramientas de complemento que como estrategia de manufactura, enfocándose en estandarizar, simplificar y proveer la integridad de los procesos de manufactura antes de automatizar.

20) Programas de mantenimiento preventivo/predictivo:

Las compañías de clase mundial tienen un programa de mantenimiento preventivo y predictivo, basado típicamente en actividades que involucran al operador, esto con el fin de reducir la ocurrencia de paros no programados.

2. Eliminación de Desperdicios

Uno de los puntos clave dentro de la manufactura esbelta es la identificación de desperdicios. Toyota se basó en desarrollar una filosofía de reducir el costo directo de ajustes, en lugar de dar un seguimiento estadístico de producción y tratar de inspeccionar los productos defectuosos, la estrategia fue enfocarse a la eliminación de la producción de artículos defectuosos. De este modo se identificaron siete tipos de desperdicios que se encuentran comúnmente en la industria:

2.1. Desperdicio por sobreproducción:

La producción cuesta dinero, no hay razón para producir artículos que no van a ser vendidos. La gente y máquinas solo deben de ser ocupados para producir partes cuando se requieren, esto se logra a través de la reducción de tiempos de ciclo y el cumplimiento de los programas de producción. No hay razón por la que se tenga que producir más de la demanda del cliente.

2.2. Desperdicio de movimiento:

Los movimientos consumen tiempo y energía, además de que estos movimientos no agregan valor al producto. El objetivo de las empresas es el de diseñar, planear, escribir a detalle procedimientos y manejo de material.

2.3. Desperdicio de transportación:

En los sistemas que están bien diseñados, las áreas de trabajo y almacenaje están colocadas donde el material se mueve distancias cortas. Es mantener las herramientas y materiales cerca del punto de uso.

2.4. Desperdicio de procesamiento:

Las operaciones que no agregan valor deben ser eliminadas. Cambiar el diseño de un producto reduce en ocasiones el número de partes del producto final, se busca reducir pasos no necesarios en la producción de una parte y que no afectara la calidad del producto,

2.5. Desperdicio por espera:

Un sistema bien balanceado con un orden coordinado de procesamiento puede lograr una capacidad total sin contar con un inventario en proceso excesivo (WIP por sus siglas en inglés) y lograr el tiempo de salida del material.

2.6. Desperdicio por productos defectuosos:

Las partes defectuosas incurren en costos extras, despliegan recursos adicionales y tienen un impacto negativo en la percepción del cliente. Se debe

buscar tener sistemas que mejoren los sistemas de producción, monitoreo y mejora de procesos, para no incurrir en costos extras de producción.

2.7. Exceso de inventario:

El tener productos almacenados ocasionan varios problemas: espacio, obsolescencia, daño, costo de oportunidad, detección de defectos y manejo de material. Para lograr esto se puede lograr a través del diseño de actividades tales como el uso de productos modulares.

3. Principios de Manufactura Esbelta

Manufactura Esbelta son varias herramientas que le ayudará a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador.

En la Manufactura Esbelta existen 5 principios⁷:

- a) Especificar lo que agrega valor desde la perspectiva del cliente:

La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.

- b) Identificar las acciones que agregan valor.

Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.

- c) Hacer que el valor fluya sin interrupciones:

Hacer que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.

⁷ James P. Womack and Daniel T. Jones “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation”. Free Press, New York, NY. 2003

d) Hacer que el cliente “jale” el valor del producto:

Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.

e) Buscar la perfección:

Una vez que una empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados, que añadir eficiencia siempre es posible.

4. Herramientas de Manufactura Esbelta

Al eliminar tiempos no necesarios, inventarios, esfuerzos y recursos producirán una mejora en la productividad de la empresa. Para esto la manufactura esbelta presenta una serie de herramientas que ayudan a mejorar, simplemente se enfocan a estudiar el proceso y permiten que sea optimizado. Dentro de estas herramientas se encuentran las siguiente: Sistema de Jalar, Flujo de una Pieza, Justo a Tiempo, Control Visual.

4.1. Sistema de Jalar:

Esta herramienta se enfoca en la reducción del inventario en proceso (WIP, por sus siglas en inglés). Básicamente funciona en ir llenando espacios que han quedado vacíos y que requieren ser llenados, ya sea por medio de una ayuda visual o de un sistema “kanban”. La forma de trabajo es ir produciendo por lotes de partes y procesar la mayor cantidad posible, e ir llenando las operaciones subsecuentes hasta alcanzar el lote de inventario máximo permitido, buscando que este inventario entre operaciones sea mínimo o en un esquema ideal cero.

4.2. Flujo de una Pieza:

El uso de esta herramienta establece que no hay necesidad de tener un inventario entre operaciones, sin excepción. Aquí se tiene que identificar la operación “cuello de botella” u operación que es la más larga en tiempo de ciclo, la cual es la única que se le permite tener una parte en frente para asegurar que nunca pare debido a la falta de material para procesar.

Lo que se busca con esta herramienta es la reducción de inventario con búsqueda de otros beneficios como tener menos áreas de calidad y reducción del espacio, el mejor medio para implementar el Flujo de una Pieza es en procesos automatizados donde no se depende de excesivos movimientos manuales y que requieren tener una cantidad de inventario entre operaciones que están alejadas.

4.3. Justo a Tiempo:

Esta herramienta va relacionada muy de cerca a la reducción de inventarios, ya que estos representan un alto costo financiero y de uso de recursos. El concepto de esta herramienta es entregar el material que se requiere, tanto dentro y fuera de la empresa, en el momento que se requieren y en la cantidad solicitada.

En la actualidad los proveedores y clientes buscan tener la menor cantidad de material en sus bodegas, ya que solamente se requiere tener lo que se va a consumir y debido a las necesidades cambiantes de los clientes en ocasiones se realizan cambios al producto y esto repercute en que si se tienen partes ya terminadas entonces pueden en algún momento tener que ser desechadas por no tener una venta asegurada.

4.4. Control Visual:

Esta herramienta es muy fácil de usar, ya que facilita la comunicación entre las personas de la empresa, simplemente requiere que la persona vea un color, figura u espacio y saber que indica algo. Un punto clave de esta herramienta es que debe ser un proceso establecido, un estándar de trabajo y evitar así que cada quien entienda algo diferente. Es de gran ayuda porque con simplemente ver una señal o color, nos da una idea completa de lo que esta sucediendo y detectar si algo esta fuera de una situación normal de trabajo.

5. Mantenimiento Preventivo Total

En las empresas existen varios elementos que son claves para su operación, dos de ellos son el personal que opera y las máquinas que se utilizan para producir las piezas. Siendo las personas el más importante, ya que ellas son las que tienen la responsabilidad y habilidad para hacer el trabajo de manera adecuada, la máquina es el medio que transforma o modifica a la parte.

Un punto clave para la buena operación de la empresa es el poder producir las piezas que se tienen programadas en el plan de producción, para esto se requiere el tener a la gente entrenada y con el equipo en funcionamiento. Donde en este último punto entra el contar con la maquinaria en condiciones óptimas para poder producir las piezas en el tiempo requerido y con la calidad esperada por el cliente.

Cuando un equipo está en condiciones de operación adecuadas es solamente cuestión de ajustar el proceso y producir las partes con relativa facilidad, sin embargo la maquinaria no puede operar en condiciones ideales sino se tiene un mantenimiento sobre el equipo. Esto en la mayoría de las ocasiones se tiene como idea preconcebida que todo mantenimiento o reparación es responsabilidad del personal de mantenimiento y que el personal de producción solamente se encarga de operar la maquinaria y producir piezas.

Aunque es cierto que el departamento de mantenimiento es quien realiza las actividades de reparación de la maquinaria, también no se le puede dejar todo el trabajo a este departamento. Existen ciertas actividades que el operador puede realizar para prevenir fallas de tipo mayor y que requieran reparaciones que pueden producir paros de largo tiempo y con un costo mayor.

Hoy en día no se puede esperar a que la maquinaria falle y hasta ese momento reaccionar ante la descompostura del equipo, se necesita ser proactivos. Aquí es donde el operador juega un papel importante, ya que él es quien pasa más tiempo con el equipo y lo conoce más que el resto de las personas (ya sea de

mantenimiento o ingeniería). El operario es quien esta en contacto día a día con la máquina, conoce su operación, los ruidos que hace y la velocidad de trabajo; es quien puede avisar sobre anomalías sobre la operación del equipo y así atender el problema a tiempo.

Esta serie de actividades que ayudaran a mantener el equipo en buen funcionamiento se le conoce como TPM (Mantenimiento Productivo Total), el cual tiene como definición los cinco puntos siguientes⁸:

- a) Tiene como objetivo el uso más eficiente del equipo (mejorar la eficacia global).
- b) Establece un sistema de mantenimiento productivo en toda la empresa, para la vida entera del equipo. Incluye prevención del mantenimiento, mantenimiento preventivo y mantenimiento relacionado con mejoras.
- c) Exige la implicación de todos los departamentos: de los diseñadores de equipo, operarios del equipo, y trabajadores del departamento de mantenimiento.
- d) Todos los empleados están activamente involucrados desde la alta dirección hasta los operatorios.
- e) Promociona y lleva a cabo mantenimiento preventivo a través de la gestión de la motivación: basado en actividades autónomas en grupos pequeños.

Este programa como lo menciona el punto número dos es responsabilidad de toda la empresa y no solo de los operadores, es cierto que ellos son quienes conocen la máquina y pueden dar aviso sobre la operación de la maquinaria pero ellos solo son el medio de información del comportamiento de la operación de realizar algunas reparaciones menores. Para que este programa se llegue a cumplir se requiere el respaldo de la alta dirección y el compromiso de todos los departamentos de servicio.

⁸ Kunio Shirose “TPM para Mandos Medios De Fabricas”. Productivity Press. 1994

Para el desarrollo del TPM existen cinco pilares⁹:

- a) Llevar a cabo actividades de mejora diseñadas para aumentar la eficacia del equipo.
- b) Establecer un sistema de mantenimiento autónomo que se realiza por los operarios del equipo. Esto se organiza después de que hayan recibido formación para ser “conscientes del equipo” y “haber adquirido la destreza necesaria para identificar y reparar los problemas del equipo”.
- c) Establecer un sistema de mantenimiento planificado. Esto aumenta la eficacia del departamento de mantenimiento.
- d) Establecer cursillos de formación. Estos cursillos sirven para adiestrar permanentemente a los trabajadores y aumentar su nivel técnico.
- e) Establecer un sistema para el desarrollo del mantenimiento preventivo y la gestión temprana del equipo.

Para que este programa se pueda llevar con éxito se necesita que tanto el departamento de producción y mantenimiento se junten y realicen un compromiso en conjunto, el estabilizar las condiciones de los equipos y parar el deterioro acelerado. El operador tendrá cierta lista de actividades que llevar a cabo para la correcta operación de la maquinaria, y mantenimiento primeramente será el responsable de entrenar y enseñar al operario que y como va realizar estas actividades. Y en segundo punto el atender las observaciones que tenga el operador respecto a la maquinaria, para si realizar actividades de mantenimiento planeado.

El éxito en la implementación y continuidad de este programa es un trabajo en equipo, no es de un solo departamento o persona sino de todos los involucrados en la operación de una empresa. De no tener un respaldo o respuesta de alguno de los departamentos se corre el riesgo de solo ser un programa pasajero y que a la larga se pierda la confianza de la gente, teniendo otras repercusiones como fallas

⁹ Idem. 8. Pág. 17

en el equipo, paros en maquinaria, producción de partes con la calidad no adecuada, retrabajos entre otros problemas pero sobre todo el no cumplir con el cliente final.

Para lograr la eficacia del equipo es necesario lograr eliminar los obstáculos que se presentan en TPM y a estos se les llaman las seis grandes pérdidas:

- a) Pérdidas por averías.
- b) Pérdidas por preparaciones y ajustes.
- c) Pérdidas por tiempos muertos o paradas pequeñas.
- d) Pérdidas por reducción de la velocidad del equipo.
- e) Pérdidas por defectos de calidad y trabajos de rectificación.
- f) Pérdidas por arranques (reducción del rendimiento entre el arranque y la producción estable).

La eliminación de estas pérdidas solamente se puede lograr mediante el trabajo en equipo entre los departamentos de producción, ingeniería y mantenimiento. Los cuales deben de ser capaces de identificar los componentes clave de cada equipo, así como analizar que pérdidas se han tenido en el mismo y que causas han contribuido para así dar solución a estas causas, ya sea restaurando la máquina a su condición óptima de trabajo o estableciendo métodos de trabajo para los operadores.

1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL

En el presente capítulo se planteará un Modelo Conceptual para lograr cumplir los objetivos planteados, así como el establecer objetivos específicos de trabajo de esta tesis. Este modelo tiene como finalidad lograr entender la situación de la implementación de la Manufactura Esbelta y ser una guía para lograr esta implementación de forma exitosa en la empresa bajo estudio.

1. Historia de la Empresa y del Programa de Manufactura Esbelta

La empresa bajo estudio fue creada en el año de 1994 siendo esta una filial de una compañía inglesa, teniendo la producción de árboles de levas como el producto principal. Teniendo como cliente único a la empresa Chrysler en Ramos Arizpe, Coahuila. Después de cuatro años inició con la producción de árboles de levas para el mercado nacional de refacciones, incrementando de dos números de parte a treinta números de partes diferentes.

Para el caso de la línea de refacciones se contaba con máquinas de control numérico, y la producción se programaba en base a requerimientos mensuales. La forma de producción era por lotes, pero en aquel tiempo no se contaba con un sistema establecido o procedimiento para seguir y programar la producción.

En el año de 1998 la empresa es comprada por un corporativo norteamericano, el cual ayudó a acrecentar su cartera de clientes. En el año 2000 se instaló una nueva línea de árboles de levas, para el cliente General Motors planta Toluca. En el 2001 se obtuvo un nuevo contrato con la planta General Motors Silao, siendo un nuevo árbol de levas el producto a maquinar y convirtiéndose esta línea en el producto con mayor ganancia para la empresa.

En el año 2002 la compañía perdió el contrato con el cliente Chrysler y todos los números de parte que se producían en la línea de refacciones ya no fueron

Capítulo III. Descripción del Modelo Conceptual

producidos. En este mismo año la empresa fue puesta en venta, y no solo la empresa de México, sino las compañías hermanas en Estados Unidos.

En Octubre de 2002 la compañía fue comprada por un corporativo canadiense, y las compañías de Estados Unidos fueron compradas por un corporativo de China. El cambio de dueño trajo consigo una diversificación en los productos de manufactura de la empresa, donde la empresa según el esquema del corporativo ahora formaba parte de la división motores por lo que ahora se empezaría a buscar nuevos productos.

El primer nuevo producto fue la manufactura de un cuerpo de turbo, además de tener un nuevo cliente siendo este Garrett en Mexicali, Baja California, y convirtiéndose en el segundo cliente con mayor participación en la empresa.

En Noviembre de 2004 se obtuvo un nuevo producto, el maquinado de un motor para el cliente Daimler Chrysler planta Ramos Arizpe. Esta diversificación de productos ayudó a que la compañía fuera solicitada para cotizar más productos y el que nuevos clientes se acercarán a conocer la empresa.

Finalmente en Octubre de 2005 se instaló una nueva línea de árboles de levas, donde el cliente es General Motors, planta motores en Ramos Arizpe, Coahuila.

Como se puede observar a partir de la compra de la compañía por parte del grupo canadiense, la empresa empezó a crecer. Esto fue en parte a la forma de trabajo y sobre todo a los nuevos sistemas que traía consigo, los cuales se basan en tres pilares: la satisfacción del cliente, la satisfacción de los empleados y la satisfacción de los inversionistas.

Uno de estos sistemas es el llamado “Stepping Stool” el cual es una recopilación de varios indicadores de la empresa, como son: entregas a tiempo del cliente, vueltas de inventario, lanzamiento de nuevos proyectos, PPM’s (Partes Por Millón, las cuales se calculan dividiendo las partes totales defectuosas encontradas entre las partes totales embarcadas por un millón), quejas con el cliente, entre otros. Estos indicadores son

Capítulo III. Descripción del Modelo Conceptual

evaluados de igual manera para cada una de las empresas, y el resultado global de estos indicadores de la empresa se refleja en un bono para los empleados. Este bono se da en forma trimestral, y es un resultado del desempeño que tiene la empresa por lo que si la empresa ha tenido un mal desempeño este bono no se da.

El sistema anterior es un reflejo de las actividades que se realizan en la empresa y sobre todo es un sistema de recompensa a los empleados por el trabajo realizado. Pero existe otro sistema y que es el cual permite llegar a estos resultados, y tiene por nombre LPS “Linamar Production System”, que es la implementación de la Manufactura Esbelta.

Este sistema se basa en el Toyota Production System, y fue adoptado por el corporativo para ser implementado en cada una de las empresas. En el caso de la compañía bajo estudio inicialmente (principios 2003) se contrató a una persona para encargarse de la implementación del sistema, esta persona fue enviada durante dos meses a capacitación al extranjero y a su regreso se encargó de la difusión y entrenamiento a todo el personal de la empresa.

A pesar de contar con una persona dedicada a la implementación de este sistema no tuvo el éxito esperado, ya que la gente solamente lo vio como programa más y que se debía contar con el por requerimiento del corporativo, no hubo un compromiso firme del personal y esto fue a todos los niveles. Lo siguiente que sucedió fue que la persona que estaba encargada del programa LPS decidió dejar la compañía y la nueva persona encargada empezó de nuevo, además de no recibir el mismo entrenamiento que el encargado anterior.

Esto trajo consigo que el trabajo ya realizado se retomará y se volviera hablar con el personal, es decir, el entrenamiento se volvió a dar y el dar un nuevo impulso al programa. Sin embargo, la gente a nivel operativo lo tomó como un curso más y que al igual que sucedió en la primera etapa el programa no iba a funcionar. Para el caso de los mandos medios lo vieron de forma similar, y un punto importante que cabe mencionar es que la persona encargada del programa LPS debe de trabajar muy de

Capítulo III. Descripción del Modelo Conceptual

cerca con los mandos medios ya que son ellos quienes poseen la mayor información sobre el desempeño de la empresa. Y en el caso de los supervisores de producción son los que tienen un contacto directo con el personal operativo y quienes finalmente son los responsables del éxito del programa.

Este cambio de encargado de LPS no fue el esperado, al principio se tuvo un cambio favorable y se mejoró en algunos indicadores de desempeño pero después de algunos meses se estancó el avance de mejora. Además de que el encargado de LPS dejó de trabajar de cerca con los departamentos de soporte, lo cual produjo que en ocasiones se duplicará información o proyectos de mejora. Esta falta de trabajo en equipo y resultados trajo consigo un nuevo cambio de encargado en el departamento de LPS.

En esta ocasión la persona que se seleccionó para el puesto fue alguien joven y que ya estaba dentro de la empresa, sin embargo con poca experiencia en Manufactura Esbelta. Esto ocasionó que de nuevo se volviera a dar cursos de lo que es el sistema de Manufactura Esbelta, las herramientas que lo conforman pero sobre todo fue como volver a iniciar con el programa y se perdió el trabajo ya realizado. Además de que la gente dejó de creer más en el programa, ya que los cursos eran los mismos y la persona encargada no tiene los conocimientos suficientes para capacitar al personal de mandos medios.

Estos cambios de la persona encargada del programa LPS han sido perjudiciales para el establecimiento del programa de Manufactura Esbelta, sobre todo a la continuidad de los proyectos. Se cuenta con las bases del sistema y los principios básicos pero tantos cambios han provocado una pérdida de credibilidad de la gente (tanto a nivel operativo como mandos medios).

Actualmente se tienen grupos de Manufactura Esbelta por línea de producción, estos grupos están formados por: el Ingeniero de Calidad, Ingeniero Manufactura, Supervisor de Producción, Supervisor de Mantenimiento, encargado de LPS y un Gerente encargado. Este equipo se reúne en forma semanal para analizar el desempeño de la línea de producción y se generan planes de acción para mejorar,

Capítulo III. Descripción del Modelo Conceptual

además de analizar el VSM actual (VSM por sus siglas en inglés, el cual es una representación visual de todas las actividades específicas requeridas para proveer un producto específico, desde el punto de orden hasta la entrega, a las manos del cliente. y buscar mejorarlo). Sin embargo, esta junta se lleva a cabo como una obligación y no como un medio para mejorar y en ocasiones las acciones que se establecieron no son llevadas a cabo y se reprograman.

Todo esto provoca que los departamentos involucrados trabajen para objetivos diferentes, y al final los resultados deseados no se den. Y sobre todo esto lo ve la gente de producción y observa que no hay un trabajo en equipo por parte de los departamentos de soporte, creando una falta de compromiso de la gente hacia el programa de Manufactura Esbelta y al establecer solidamente el sistema de mejora continua.

2. Identificación de Oportunidades

Como se puede observar la situación actual de la empresa es la de contar con programas para la mejora continua, la Manufactura Esbelta y el reconocimiento del trabajo hacia los trabajadores de la empresa. Donde están dadas las bases de estos programas y se ha dado el entrenamiento a los empleados a todos los niveles, sin embargo el compromiso no existe de manera generalizada.

La gerencia de la planta tiene la responsabilidad de ser la promotora de estos programas, ya que son ellos quienes son la cabeza para la promoción de los mismos y a quienes la gente toma como ejemplo. En el caso de la planta bajo estudio existe el compromiso de la gerencia, sin embargo, la gente a nivel operativo por los diferentes cambios que se han tenido en el departamento de Manufactura Esbelta han tomado el programa como una obligación.

El caso de los mandos medios es el seguir los programas a medias, ya que esto se ve reflejado en las juntas semanales de Manufactura Esbelta donde no se tiene la asistencia de todos los integrantes. Aunado a esto las actividades o planes de mejora

Capítulo III. Descripción del Modelo Conceptual

que se tienen no se realizan en las fechas indicadas o en su caso son acciones que se realizan por cumplir y los cambios son temporales.

Esto se puede resumir como una falta de compromiso real de las personas dentro de la empresa hacia el programa de Manufactura Esbelta.

De las juntas que se tienen en base semanal en estas se tiene una falta de seguimiento a los planes de mejora, los cuales buscan resolver problemas del momento que se tienen en cada una de las líneas y no se analiza la información que se despliega en el *VSM Actual*. Esto provoca que no haya un trabajo encaminado a la mejora a largo plazo sino a lo que se vivió durante la semana, por lo que cada semana que se juntan los integrantes del equipo se enfocan a los nuevos problemas y las actividades establecidas previamente pasan a segundo plano y se reprograman, provocando una falta de cierre a las actividades y una pérdida en las prioridades.

Otra área de oportunidad que se tiene es el trabajo que se realiza por los departamentos de soporte y el de Manufactura Esbelta, ya que no se trabaja para un objetivo común. Lo que sucede es que cada departamento tiene medidores de desempeño internos y a pesar de que buscan la mejora de las líneas de producción, no se trabaja en equipo y cada uno busca resolver sus problemas y sobre todo cada departamento esta en una actitud de buscar culpables en lugar de una solución.

Esto se observa al obtener información del desempeño de la línea, por ejemplo, cuando se desea conocer la eficiencia de línea de producción y el Ingeniero de Manufactura se basa en los reportes de paro que tiene registrados la gente de producción al momento de calcular la disponibilidad de las máquinas este no coincide con lo que sucede realmente. Ya que según los datos reportados, las máquinas tienen una alta disponibilidad y son capaces de producir las piezas requeridas pero en la realidad la producción no se realizó.

Como este hay más casos, por lo que se requiere un cambio en la actitud de los diferentes departamentos que trabajan en la empresa olvidando que son un

departamento y que no trabajan solos, que no sirve de nada ocultar información ya que sin ella no se puede dar una solución efectiva a los problemas que presenta la línea de producción.

3. Establecer Objetivos

Del punto anterior se establecen varios objetivos específicos que se busca lograr dentro de la planta bajo estudio. Para el caso de esta tesis se tomará una línea de árboles de levas como línea piloto, esto por ser una línea con poco tiempo en arranque y sobre todo con gente de recién ingreso en la empresa, la cual esta receptiva a los cambios que se desean dar.

Los objetivos que se desprenden son los siguientes:

1. Crear un compromiso de la gente con el programa de Manufactura Esbelta que se cuenta en la empresa.
2. Entendimiento del *VSM Actual*, en cuanto a la información que despliega.
3. Cambio de actitud de los departamentos de soporte (mandos medios) de trabajar por objetivos por departamento a trabajo en equipo.
4. Generar planes de mejora para el *VSM Actual*.
5. Generar un *VSM Futuro*.

Alguno de los objetivos anteriores son a largo plazo como es el compromiso, ya que para evaluarlo requiere de tiempo de seguimiento pero se buscara dar las bases para lograr que el compromiso sea real, por convicción y no por obligación. Se establecerán las bases para lograr un cambio a largo plazo y no mejoras momentáneas.

4. Modelo Propuesto para dar Resultados Propuestos

Para lograr que se de un cambio en la empresa, pero sobre todo que este cambio no sea pasajero o un programa más por cumplir. Se necesita lograr una motivación del personal y crear una cultura de trabajo, la cual no dependa de una persona sino del

Capítulo III. Descripción del Modelo Conceptual

trabajo en equipo y que sea parte de la forma de trabajo de las personas. Que no se vea como una obligación sino como el medio para lograr los objetivos de la empresa pero sobre todo los personales, tanto la realización profesional como personal.

En la compañía se cuentan con procedimientos y sistemas establecidos, pero falta el seguimiento y mantenimiento de los mismos. Esto provoca que la gente no logre cerrar el círculo de la mejora, se tiene la parte de toma de conciencia del estado actual, la generación de planes y toma de acción pero al momento de buscar la mejora continua como algo cotidiano se pierda este punto importante. Esto lleva a una falta de cultura y sobre todo frustración de la gente, la cual solamente reacciona ante los problemas y fallas al sistema.

Para lograr una verdadera cultura y aplicación de la Manufactura se requiere en primer lugar motivación de la gente, para que así exista un compromiso a todos los niveles. Y mediante la aplicación de los procedimientos y sistemas establecidos buscar las áreas de oportunidad y mejora, a través del involucramiento de la gente lograr establecer la cultura que se busca. Esto se muestra en un Modelo Propuesto para dar Resultados, que se muestra a continuación en la figura 3.1:

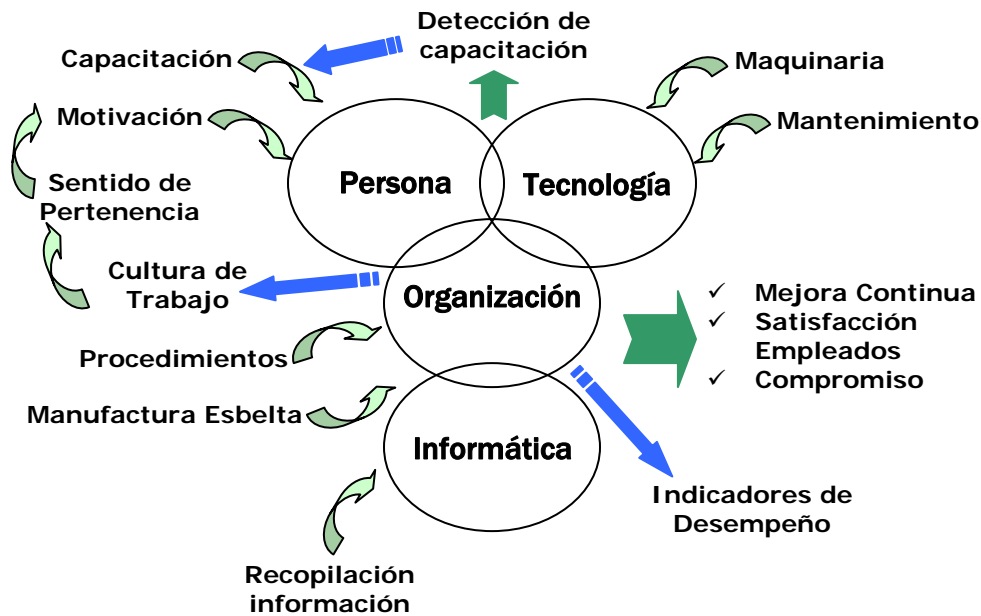


Figura 3.1 Modelo Propuesto para dar Resultados

5. Jerarquización de Proyectos

Lo que se busca lograr es un cambio en la actitud de la gente, lograr un compromiso verdadero con el programa de Manufactura Esbelta. El cual no dependa o gire alrededor de una persona, sino que sea parte de la cultura de trabajo de cada uno de los empleados de la empresa. En este caso se iniciará con una línea de árboles de levas y que será la base para implementar el proyecto de mejora y cambio de actitud en toda la empresa.

Para lograr esto en primer lugar es retomar las bases de lo que es el programa de Manufactura Esbelta que se tiene en la empresa, esto es a través de la capacitación a la gente tanto a nivel operativo como departamentos de soporte. En el caso de los departamentos de soporte es un mejor entendimiento y aplicación del *VSM Actual*, para ser tomado como la base para la generación de planes de mejora.

Como se ha mencionado ya se cuenta con un VSM para la línea de producción, sin embargo no se usa de manera adecuada además que también se hará un cambio al formato e información que se presenta. Lo que se realizará para dar un mayor impacto es colocar costos en algunos campos del VSM, con esto se busca identificar rápidamente las áreas de oportunidad pero sobre todo el tener una medida para la mejora.

A partir de este cambio en la información del VSM se generarán planes de mejora y en algunos casos acciones ya efectivas y observar la mejora obtenida. Finalmente se creará un *VSM Futuro* para tener un escenario deseado y que será el que marcará la pauta para la mejora continua.

Lo anterior se puede resumir y priorizar de la siguiente manera:

1. Cambio de actitud y generar compromiso por parte de los departamentos de soporte.
2. Crear compromiso y fortalecer conocimientos del programa de Manufactura Esbelta con la gente de producción.

3. Modificar *VSM Actual* y darlo a conocer a los departamentos de servicio.
4. Generar planes de mejora al *Nuevo VSM Actual* por parte del equipo de trabajo de la línea de producción.
5. Crear *VSM Futuro*.

6. Capacitación de Habilidades

En la empresa bajo estudio se cuenta en el departamento de Recursos Humanos con un procedimiento para detectar necesidades de capacitación, las cuales pueden ser tanto para personal de nuevo ingreso como el personal que ya esta laborando en la empresa.

Para el caso del personal de nuevo ingreso el procedimiento consiste en dar una serie de cursos de conocimiento general de la forma de trabajo de la empresa, los temas que se imparten en 2 días son:

- Historia de la empresa
- LPS (programa de Manufactura Esbelta)
- Seguridad Básica (ISO 14001)
- Sistema de Pago/Prestaciones
- Valores Corporativos
- Sistema de Calidad
- Turbinas
- Árbol de Levas

Para cada uno de estos cursos se guarda un registro de asistencia de los empleados que asistieron, además de que en algunos temas se realiza un examen previo para analizar los conocimientos y al finalizar el curso se aplica un nuevo examen para conocer el aprovechamiento del personal sobre el tema. Estos cursos son impartidos por personal interno de la empresa y que tienen dominio sobre el tema o son los encargados del departamento correspondiente.

Capítulo III. Descripción del Modelo Conceptual

Concluido este entrenamiento se distribuye al personal a su área específica de trabajo, donde el jefe inmediato es responsable de proporcionarle el entrenamiento de acuerdo a las funciones que va a desempeñar.

Para el personal que ya esta dentro de la empresa existe otra forma de detectar las necesidades de capacitación, para esta situación el Administrador de Reclutamiento y capacitación, es responsable de coordinar el llenado de Detección de Necesidades de capacitación (DNC) con los Jefes Inmediatos de cada área durante el último trimestre de cada año. El Administrador de Reclutamiento y capacitación recibe la información vía electrónica por parte de cada jefe, la cual es revisada e imprime la información y recopila firmas de cada uno de los involucrados, asegurando de esta manera que la información fue revisada con ellos y así poder validarla. Esta detección de necesidades es individual en el caso del personal administrativo, en el caso del personal operativo se considera grupal.

El Administrador de Reclutamiento y capacitación elabora el Programa de capacitación en base a información arrojada por las DNC de cada jefe de departamento, el cual es presentado a Gerencia de Recursos Humanos y Gerencia General para su aprobación. De realizarse modificaciones, es regresado al Administrador de Reclutamiento y capacitación, el cual hace las modificaciones a la par con el jefe de área involucrado retornándolo para su autorización. Durante el año pueden presentarse entrenamientos no contemplados en el plan de capacitación, debido a nuevas tecnologías. De igual forma cualquier cambio de proceso requiere de entrenamiento al personal involucrado. Cada vez que se inicie un proyecto es responsabilidad del líder de proyecto comunicar al Administrador de Reclutamiento y Capacitación de la implementación de este. Es responsabilidad del líder del proyecto coordinar con el Administrador de Reclutamiento y Capacitación, los entrenamientos no contemplados en el plan de capacitación.

El Administrador de Reclutamiento y Capacitación es el responsable de autorizar la impartición de cursos previamente autorizados en el programa por la gerencia y ningún curso puede ser impartido sin el consentimiento del administrador.

En base al Programa de capacitación autorizado, mensualmente se contacta al instructor interno y/o proveedor externo para coordinar la impartición del curso, avisando por escrito vía electrónica a la persona involucrada la fecha de programación, lugar, horarios y requisitos de asistencia.

Conforme se reciba entrenamiento se archiva en el expediente personal de capacitación la evidencia de este (Diploma, Pre test, Post test, Constancia, según aplique). Además de contar con Registro de Asistencia de los eventos. Esta evidencia de entrenamientos impartidos se conserva durante 1 año, bajo el poder del Administrador de Reclutamiento y capacitación.

7. Capacitación de Conocimientos en Base Tecnológica

En el punto anterior se explicó el procedimiento que se tiene actualmente en la empresa para la detección de necesidades de capacitación, el cual es hecho en conjunto entre el departamento de Recursos Humanos y el Jefe de cada departamento, siendo este último el que tiene un mejor conocimiento sobre los cursos que requiere cada uno de sus personas a su cargo.

En el caso de las personas a nivel operativo estas son capacitadas según la operación que desempeñen y línea de producción, las personas encargadas de capacitar a los operadores son los ajustadores de línea, supervisores de producción o los Ingenieros de Manufactura ya que ellos son los que están capacitados o poseen conocimientos técnicos sobre la operación.

La empresa cuenta con maquinaria especializada para la manufactura de las partes que se producen, en algunos casos son máquinas que realizan procesos similares (tornos y centros de maquinado) pero el software que utilizan es propio de la compañía que manufacturó la máquina, por lo que se requiere un entrenamiento para su uso.

Capítulo III. Descripción del Modelo Conceptual

El procedimiento general para entrenamiento en nuevos procesos o tecnología consiste en primer lugar en detectar el personal a ser entrenado, donde generalmente se busca que por lo menos exista una persona de cada departamento técnico de servicio (Manufactura, Producción y Mantenimiento). Lo siguiente consiste en buscar a un instructor, donde algunos casos es un técnico de servicio de la compañía que manufacturó la máquina, y se le pide que realice un examen previo al inicio de curso para determinar el nivel de conocimientos del personal a ser entrenado.

Después del examen inicial el instructor procede a dar el curso de entrenamiento, en primer lugar se realiza un entrenamiento teórico y después se hace en forma práctica al ir a la máquina y aplicar los conocimientos adquiridos. Al final de este entrenamiento el instructor aplica un nuevo examen y así evaluar la efectividad del curso, es el instructor quien determina si la persona que fue entrenado adquirió los conocimientos y está entrenado o no.

Los resultados de estos exámenes se entregan al Administrador de Reclutamiento y capacitación, el cual anexa al expediente de entrenamiento de las personas que asistieron al curso.

8. Implementación de la Capacitación

Para asegurar que el curso o capacitación fue efectiva, el personal entrenado son los nuevos encargados de entregar al resto del personal. Además de que el Ingeniero de Manufactura genera un procedimiento sobre el entrenamiento recibido y este es publicado y colocado en la operación donde se recibió el entrenamiento.

Para cerrar el círculo de Implementación de la Capacitación, el Ingeniero de Manufactura es el encargado de entrenar al personal que esta en la operación. En donde el Ingeniero de Manufactura utiliza el procedimiento generado por él para dar el entrenamiento, con esto se tiene una estandarización en los pasos a seguir por el personal que opere la máquina.

Capítulo III. Descripción del Modelo Conceptual

Una vez terminado esta etapa de la capacitación, lo siguiente es darle al operador un gafete el cual indica que esta en entrenamiento y que se debe evaluar su desempeño.

Antes de evaluar al operador entrenado, este permanece en entrenamiento en la operación durante un período no mayor a 3 meses, capacitándose en procedimientos generales para operar máquina, condiciones de seguridad, parámetros de proceso, plan de control, calidad. Siendo supervisado por el operador titular y/o el supervisor, llevando un listado individual donde indica el periodo que se lleva de entrenamiento y el entrenamiento recibido; este listado es llenado por el supervisor.

Concluido el periodo de entrenamiento el operador acude con el Responsable de Reclutamiento y capacitación con su listado lleno y autorizado por su supervisor para realizar la aplicación de Evaluación Teórica, archivándose el listado en expediente del operador. Concluida la aplicación de la evaluación práctica, el Responsable de Reclutamiento y Capacitación, las canaliza nuevamente al supervisor y/o Ingeniero de área para que sean calificadas y poder iniciar la evaluación práctica donde se validan conocimientos en campo. Los conocimientos en campo son validados por supervisor y/o Ingeniero de área.

Concluido el proceso de revisión se obtiene el promedio de calificación, marcando como promedio aprobatorio calificación mínima 80. De obtener una calificación menor a 80 el operador se reprograma a entrenamiento. La fecha de este entrenamiento es indicada por el supervisor de acuerdo a necesidades que se tengan en producción. Esta se comunica al responsable de reclutamiento y capacitación para su registro en Matriz de Habilidades Master.

El Administrador de Reclutamiento y capacitación proporciona el gafete de Entrenamiento y/o Certificación al operador indicando celda de trabajo y operación en la que esta certificado. El gafete de entrenamiento se entrega al momento de iniciar el entrenamiento y el gafete de certificación se entrega al cumplimiento del proceso de certificación, en un período no mayor a 15 días.

9. Métrica de Control de Capacitación

Para el caso de los empleados administrativos solamente los exámenes que se aplican a final de curso son los que se toman para evaluar el conocimiento adquirido y no hay un examen posterior.

Como se mencionó en el punto de Implementación para los operadores en primer lugar hay una capacitación de la operación y de procedimientos generales, y después de un periodo máximo de 3 meses se realiza un examen práctico y teórico.

El resultado mínimo aceptable en cada uno de los exámenes es de 80, con este resultado se asegura el conocimiento de la operación pero para tener una mejor medición del conocimiento se tiene una tabla de calificaciones que indican la experiencia del operador en la operación.

Estas mediciones se muestran a continuación:

Calificación	Conocimiento Adquirido
80 a 85	Conoce la Operación (Operador Certificado requiere mínima supervisión)
86-90	Conoce y Opera (Operador Certificado, no requiere supervisión)
91-95	Opera y Domina (Operador Certificado, no requiere supervisión, puede entrenar a otros con apoyo del supervisor)
96-100	Domina y Capacita (Operador Certificado, domina la operación y tiene la habilidad para capacitar a otros de manera independiente).

Una vez concluido el proceso de certificación el Administrador de Reclutamiento y capacitación es el responsable de actualizar la Matriz de Habilidades Master, esta matriz es un documento donde se muestra el personal operativo y las operaciones en las cuales esta capacitado y el conocimiento adquirido.

Cada supervisor es responsable de actualizar Matriz de Habilidades de su Celda de Trabajo contenida en la Carpeta de Certificación de cada celda. El responsable de

conservar la evidencia del personal ya certificado es el Administrador de Reclutamiento y Capacitación. Si se requiere certificar al empleado en más operaciones se sigue el mismo procedimiento.

10. Motivación

En la empresa existe un procedimiento para motivación de todo el personal, el cual es llamado el *Bono de la Base del Éxito*. Este bono consiste en una remuneración económica extra al sueldo percibido, el cual se entrega en base trimestral.

La forma en que funciona este bono consiste en cumplir con los indicadores de Calidad, Empleado y Financiero para lograr obtener el por ciento más alto para el Bono de la Base del Éxito. Estos indicadores se evalúan en forma mensual y son el resultado del trabajo de cada uno de los trabajadores de la empresa, los cuales van desde cumplimiento a entregas al cliente, quejas del cliente, vueltas de inventario, lanzamiento de proyectos, entre otros.

Todos estos indicadores son revisados y aprobados mensualmente por el grupo de Gerentes de Planta. Mensualmente el personal puede obtener hasta un 3% del salario. Esto es 1% en Satisfacción del Empleado, 1% en Satisfacción Financiera y 1% en Satisfacción del Cliente, si el resultado de cada una de estas es al final en verde se otorga el 1% Si es Amarillo se otorga 0.4% y en Rojo no se obtiene ninguna ganancia. El indicador para cada uno de estos resultados esta basado de acuerdo a una tabla estándar que emite el Corporativo.

Cada tres meses se efectúa una junta informativa con todo el personal para dar a conocer el resultado de dicho bono, esta información es desplegada en el tablero informativo de la planta. Con esto se busca mantener informado al personal del desempeño de la planta, pero sobre todo la gente vea reflejado su trabajo y en caso de no obtener el bono saber en que puntos se falló y tomar conciencia. Además de que es punto clave para la generación de planes de mejora, sin importar si se obtuvo el bono o no.

IV. APLICACIÓN DEL MODELO

1. Introducción

En el segundo capítulo se presentaron los conceptos que componen la Manufactura Esbelta. Siendo el objetivo del presente capítulo el analizar la situación actual de la empresa bajo estudio, teniendo en cuenta que actualmente ya se cuenta con un sistema de Manufactura Esbelta conocido como LPS. Este sistema se basa en el creado por Toyota, y utiliza las herramientas de Mapa de Cadena de Valor, Trabajo Estandarizado, 5s, Poka Yoke, Cambio Rápido (SMED), Kanban y Mantenimiento Productivo Total (TPM). Esto se puede ver representado en la *Casa de TPS* y herramientas del programa LPS (figura 4.1), la cual muestra los principios de la manufactura esbelta y que a continuación se puede observar:

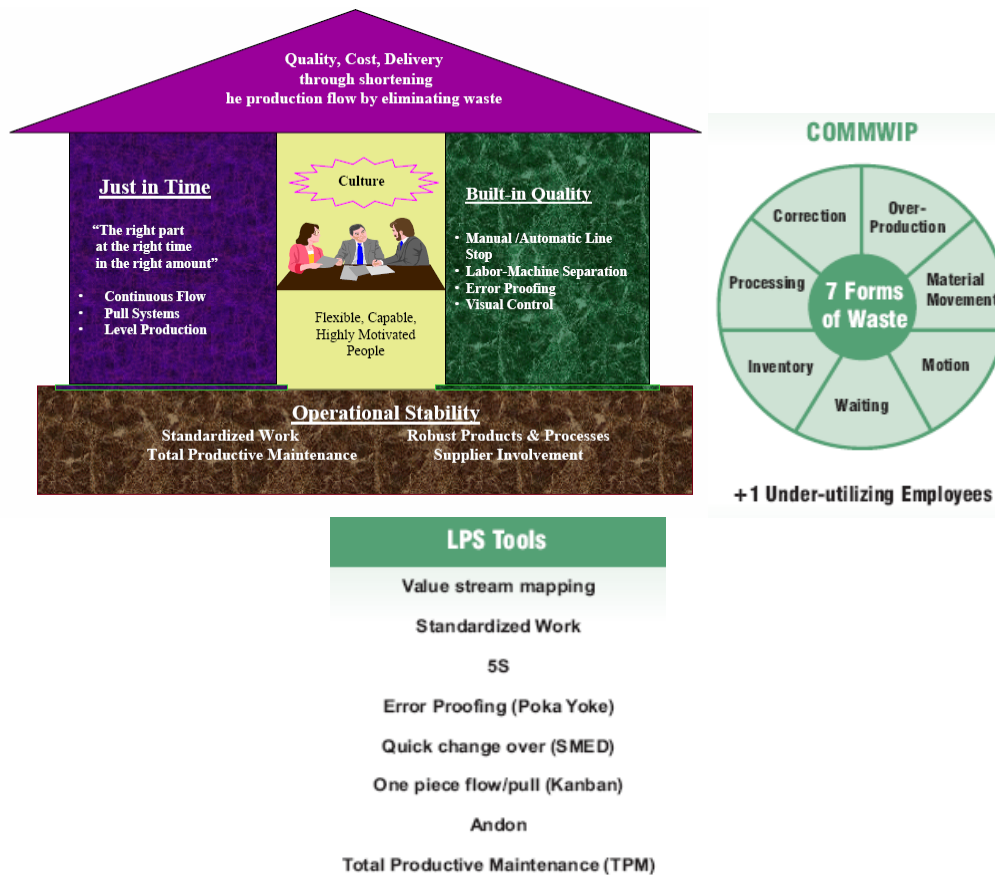


Figura 4.1 Casa de TPS y herramientas del programa LPS

Este sistema tiene cerca de dos años de haber iniciado en la empresa, sin embargo por diversas situaciones no se ha podido llevar al 100% pero sobre todo el mantener lo ya hecho, el continuar con los conceptos de Manufactura Esbelta.

2. Productos

La empresa actualmente cuenta con seis líneas de producción, teniendo entre sus productos la manufactura de árboles de levas, cuerpo de turbo y monoblocks. Se cuenta con tres clientes del ramo automotriz, tanto nacionales como extranjeros por lo que los productos son para mercado nacional y de exportación. Siendo un 60% de las partes producidas en la empresa para el cliente de árboles de levas, un 30% para el cliente de cuerpo de turbo y un 10% él de monoblocks (ver figura 4.2). Todos los clientes son plantas ensambladoras de motores, por lo que las partes suministradas por la empresa bajo estudio son un componente de la serie de elementos que conforman un motor completo.

Produccion Por Producto

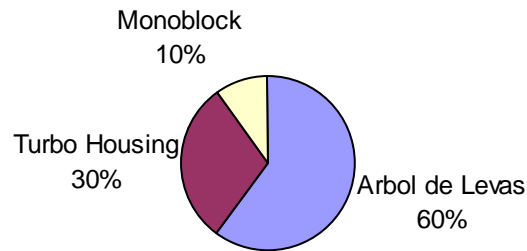


Figura 4.2. Distribución de Producción por Producto

Para efectos de estudio de esta tesis se tomará una línea de producción de árboles de levas, la cual está en su etapa de arranque de producción y que presenta una gran oportunidad para la aplicación de los conceptos y herramientas de Manufactura Esbelta, además de contar con un equipo de gente nueva a nivel operativo. Esto de cierta manera ayuda en el establecimiento de un sistema y procedimientos, ya que la gente está más receptiva a conceptos nuevos y no presenta una ceguera de taller.

Una de las razones principales por la que se escogió esta línea de producción de árbol de levas, es que la empresa cuenta con mayor experiencia en la producción de este tipo de partes, teniendo una experiencia de 10 años de manufacturar árboles de levas. Además de que actualmente dentro de la empresa se tienen tres diferentes formas de manufacturar los árboles:

- Árbol a partir de fundición.
- Árbol a partir de una barra de acero.
- Árbol ensamblado.

Antes de explicar los diferentes procesos de manufactura de árboles es necesario numerar y explicar brevemente las partes más importantes del árbol:

- Levas: partes con forma especial que van sujetas a un eje y fuerzan a las válvulas a abrirse por una presión ejercida por la leva mientras el árbol rota.
- Apoyos: son los soportes del árbol, son las partes que permiten el giro de la parte y tienen una forma circular.
- Piloto: es una parte circular en donde se ensambla un engrane o polea de tiempo y que a su vez va conectada a otra parte del motor (cigüeñal).

2.1. Procesos de Manufactura de Árboles:

- Árbol a partir de fundición.

El árbol a partir de fundición es uno de los procesos con más tiempo en el mercado y que actualmente está siendo desplazado por los otros procesos de manufactura, debido a costos más bajos y la facilidad para manufacturar los árboles con los otros procesos. Dentro de la empresa bajo estudio los árboles de levas a partir de fundición representan un 15% de la producción total de árboles y van principalmente en motores de uso industrial y marítimo de bajo volumen.

La característica principal del árbol de fundición es que ya tiene la forma de las partes a trabajar y solamente se requiere maquinar las partes críticas del árbol, además de que las partes recibidas ya tienen un tratamiento térmico de endurecimiento en las levas y así se elimina una operación.

El principal problema con las fundiciones es la presencia de poros en la parte y que solamente son apreciables una vez que se maquinan las piezas, estas partes con poros terminan siendo partes malas y todo el trabajo ya realizado se pierde. Además de que las piezas de fundición tienen un menor tiempo de vida en el motor, por lo que este proceso ha dejado de ser uno de los más usados.

- **Árbol a partir de barra de acero.**

Este proceso consiste en recibir la materia prima en forma de barra cilíndrica, la cual es de un acero aleado fácil de maquinar y que al darle un tratamiento térmico se pueden endurecer ciertas partes del árbol. Este proceso es el que cuenta con mayor cantidad de operaciones de maquinado, ya que se debe de cortar a la medida final, realizar todas las ranuras y separaciones de las levas y apoyos, realizar un barrenado central para disminuir peso, fresar las levas, rectificar levas y apoyos y dar un tratamiento térmico a las levas.

Como se puede observar este proceso en cuestión de maquinados es el más complejo y en costo es mayor que el de fundición, sin embargo presenta mayores ventajas desde varios puntos de vista. El primero es que las barras no presentan un alto porcentaje de poros, y en la experiencia que ha tenido la compañía bajo estudio en 5 años que ha realizado este proceso nunca ha tenido una pieza por poros. Otra ventaja es que la vida de un árbol de acero es mucho mayor que una de fundición, además de soportar mayores fuerzas de trabajo en el motor.

Este proceso es de los que presentan una ventaja para la compañía, ya que no se depende en gran medida del proveedor de materia prima y se puede controlar en forma interna el proceso de manufactura.

- **Árbol ensamblado.**

El caso de este árbol es de los más nuevos tanto en la planta en cuestión como en el mercado de árboles de levas (alrededor de 15 años), de forma general este proceso consiste en tener cada una de las piezas que conforman el árbol (levas,

apoyos, eje, etc.) y mediante cierto proceso unir las para formar el árbol, de ahí el nombre de árbol ensamblado.

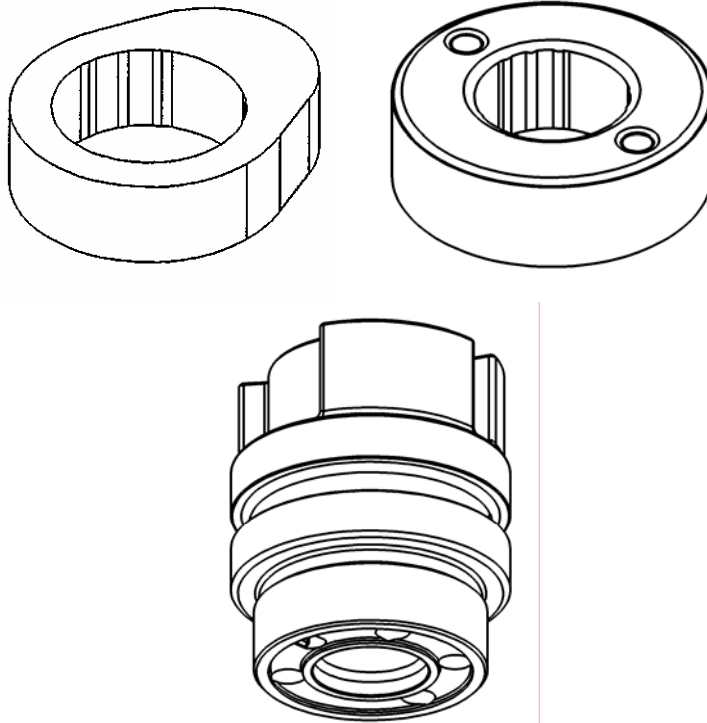


Figura 4.3 Partes para árbol ensamblado – Leva y apoyos

Existen diferentes formas de realizar el ensamble del árbol, el usado para el árbol que se recibe en la empresa bajo estudio consiste primero en recibir cada uno de los elementos por separado y en una máquina especial estos elementos son colocados en el orden adecuado. Donde el eje es un tubo y que por uno de los extremos se introduce una bola de acero a través del eje, como la bola es de un diámetro mayor lo que sucede es que el tubo se expande y donde se encuentran los demás elementos por la diferencia de diámetros estos quedan sujetos y así se obtiene la parte ensamblada.

El resto de los procesos son similares a los que se realizan en los demás tipos de procesos de maquinado de árboles, con la diferencia de que este tipo de árboles poseen un menor peso y se pueden tener elementos de diferentes materiales (acero, fundición, partes sinterizadas, etc.).

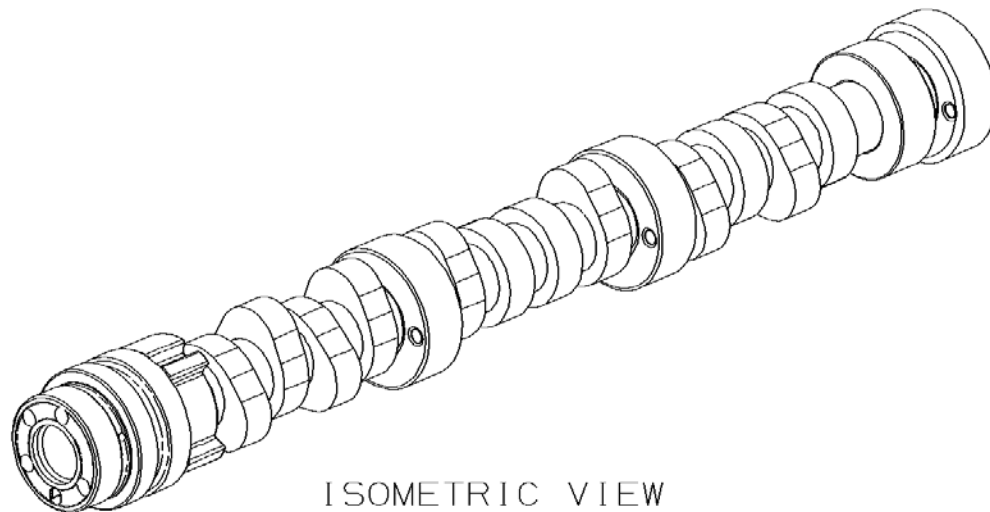


Figura 4.4 Dibujo de árbol ensamblado

3. Línea Bajo Estudio

La línea en la cual se realizará esta tesis es la de un árbol que usa el proceso de árbol ensamblado, donde actualmente el proceso de ensamble no se realiza internamente, es decir, el árbol es ensamblado, enderezado y torneado por un proveedor externo. Este proveedor se encuentra localizado en los Estados Unidos, y éste a su vez solamente realiza el ensamble de las partes y la manufactura de las mismas es responsabilidad de otros proveedores.

Por lo que una vez que las piezas ensambladas arriban a la empresa bajo estudio se requiere inspeccionar un lote de muestras para aceptar el embarque, ya que es responsabilidad de la empresa el proveer los árboles a su cliente final dentro de las especificaciones de diseño, sin importar que la empresa solamente se encargue de la parte de manufactura.

Para efectos del tema bajo estudio nos enfocaremos a la parte de manufactura del árbol, que es donde se tiene el mayor control sobre el proceso y se cuenta con los recursos para poder hacer mejoras. Ver anexo 1 - Diagrama de flujo actual del proceso árbol de levas.

Como primer paso se tiene la situación actual de la línea de producción, la cual consiste en establecer las actividades que realiza el operador asignado a la operación. Este paso consiste en hacer un estudio de tiempos y movimientos para analizar si los cálculos con los que se planeo la línea concuerdan con las actividades que realiza el operador. Este estudio es conocido en la empresa como el *Trabajo Estandarizado*, que es la serie de actividades estándar que el operador asignado debe realizar y se incluye el movimiento de material, la carga y descarga de piezas, así como la medición que debe realizar según el *Plan de Control* que tiene en su operación y que le indica al trabajador que características debe medir, con que frecuencia y con que instrumento de medición. En seguida se muestra el layout de la línea de árboles de levas sobre la cual se realizará este trabajo de tesis:

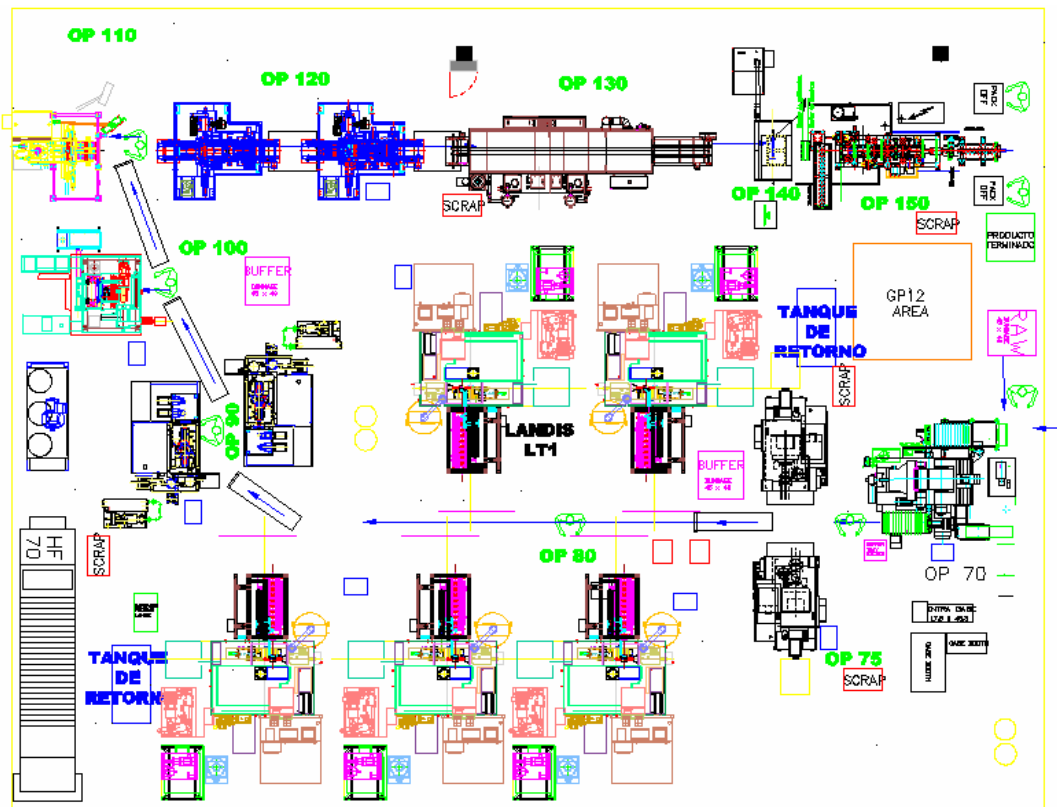


Figura 4.5 Layout de la línea de árboles de levas

En seguida se explican cada una de las operaciones y actividades que realiza el operador, siendo este estudio de tiempo de gran ayuda ya que da una retroalimentación muy importante de la carga de trabajo que realiza el trabajador y saber si está balanceada o no.

Operación 70 – Rectificado de Apoyos

Cuando se inicia la operación, la máquina se encuentra con el transportador para carga de piezas en vacío por lo que la primera actividad que realiza el operador es dirigirse al transportador de carga de piezas y a un lado se encuentra localizado el contenedor de materia prima, por lo que el trabajador procede a cargar diez piezas que entran en el transportador. La siguiente operación es caminar 5 pasos y dar “ciclo” a la máquina, el cual tarda 25 segundos.

Esta máquina cuenta con un cargador doble, es decir, tiene dos brazos donde uno es para carga de la pieza y luego avanza hasta la posición de trabajo y descarga la pieza. Mientras la pieza se está procesando el brazo regresa a la posición inicial de carga y toma una parte, cuando el ciclo de rectificado de pieza termina, el otro brazo baja y toma la parte terminada. Lo siguiente es que el brazo que tiene la parte terminada sube y el cargador avanza con la pieza que tomó de la posición inicial de carga, este brazo descarga la parte y el de pieza terminada descarga la parte maquinada. Con este tipo de cargador doble la máquina está continuamente trabajando y se minimiza el tiempo por carga y descarga de partes.

Cuando la parte es descargada en el transportador de parte terminada este avanza hasta descargar la pieza, este transportador tiene diez espacios disponibles y una vez que llega una parte al final del transportador se activa un sensor que detiene la operación para no empalmar piezas o tirarlas. En este punto el operador debe dirigirse al transportador de salida que está a 8 pasos y descargar las piezas en un carrito que tiene al lado de su operación. Este proceso de carga y descarga de piezas se repite continuamente, pero también existe una parte del proceso donde el operador debe

tomar una pieza y medirla para comprobar que está trabajando dentro de las especificaciones marcadas.

Cada 5 piezas el operador debe tomar una pieza, limpiarla con aire y retirar el refrigerante que está impregnando a la parte, a continuación se dirige hacia el calibrador que se encuentra a un lado de la máquina y realiza la medición. Este calibrador es automático por lo que solamente el trabajador se asegura de cargar adecuadamente la parte, una vez finalizada la inspección el operador analiza la información y si toda está dentro de especificación regresa la parte y continúa con su operación. En caso contrario, debe detener su operación y llevar a cabo *El Plan de Reacción* (ver anexo 2) el cual consiste en una serie de pasos que el trabajador debe realizar cuando se presentan situaciones de piezas fuera de especificación y donde se debe inspeccionar el material que ya se produjo hasta encontrar la última pieza buena producida para evitar que piezas fuera de especificación lleguen a operaciones posteriores.

En esta operación existe otra medición que se realiza cada 50 piezas, donde el trabajador toma la parte y la limpia con aire. Posteriormente se dirige a un instrumento de medición que se encuentra a 20 pasos y realiza las mediciones indicadas en su *Plan de Control*, cabe señalar que durante la realización de estas mediciones la máquina sigue produciendo partes y solo se detiene hasta que una pieza llega al transportador de salida y activa el sensor de transportador lleno.

Todas estas actividades a detalle se muestran en la *Tabla de Combinación de Trabajo Estandarizado* (ver anexo 3), a continuación se muestra un layout de la máquina y los movimientos que realiza el operador de esta máquina.

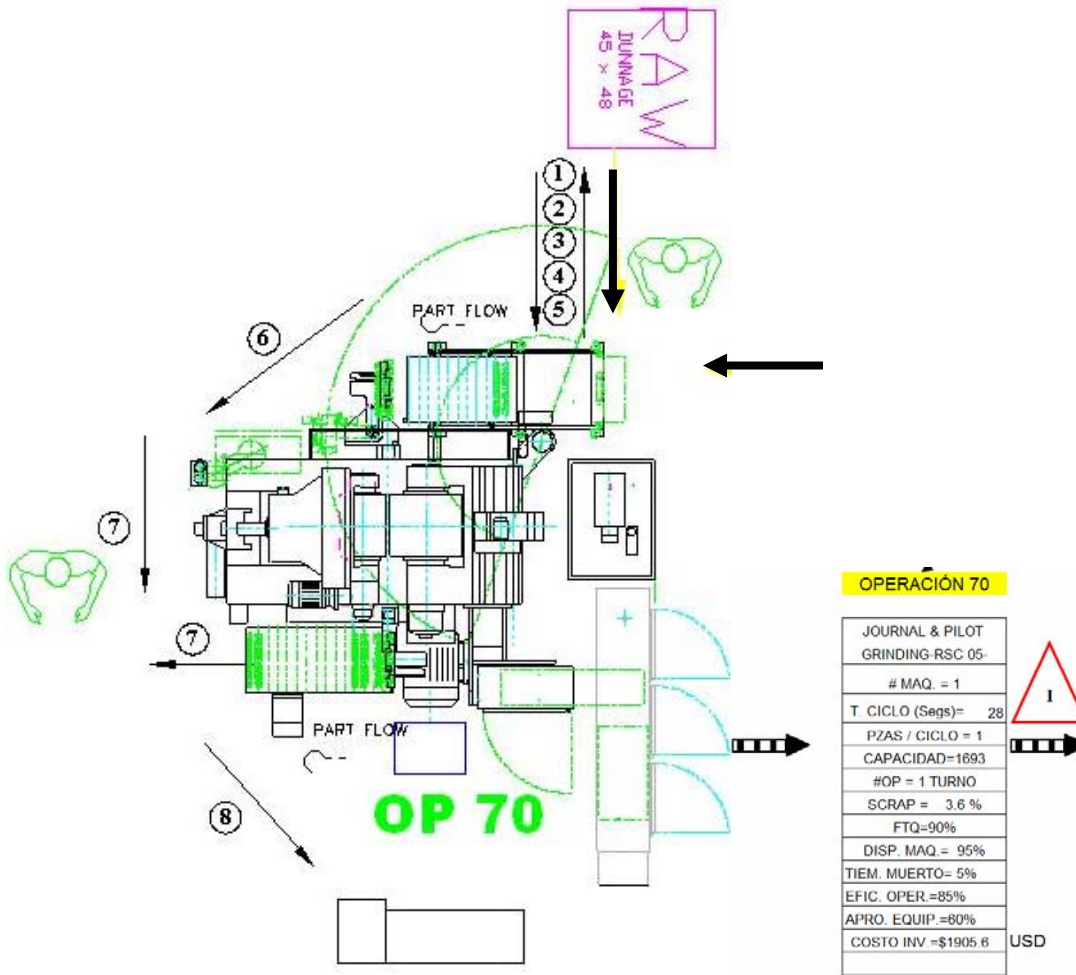


Figura 4.6 Layout operación 70

Operación 75 – Generado de Engrane

En esta operación el trabajador tiene a su cargo dos máquinas, donde en primer lugar lo que hace es tomar una pieza del carro de piezas en proceso de la operación 70. Esta pieza es cargada en la máquina y luego el operador se dirige al panel de control de la máquina, y da ciclo a la misma. En seguida, el trabajador vuelve al área de carga de parte y coloca otra pieza.

La máquina que se utiliza en esta operación cuenta con un cargador de piezas, el cual mientras una pieza está siendo maquinada en uno de los extremos, en el otro se puede dejar una parte para así evitar pérdidas por carga y descarga de piezas.

Una vez que la primera máquina está trabajando el operador se dirige a la siguiente máquina, que en este caso se encuentra en frente y realiza el mismo procedimiento para inicio de ciclo. Durante la puesta en marcha de la segunda máquina la primera está terminando de procesar la parte que se cargó, cuando la segunda máquina ya está operando el trabajador toma la pieza terminada de la máquina uno y la limpia con aire para remover el refrigerante que tiene en la parte y se coloca la parte terminada en el carro de salida de material, y en seguida vuelve a cargar la máquina.

Esta máquina seguirá operando mientras tenga parte nueva en el área de carga de parte y de no ser así la máquina esperara hasta que se cargue una parte nueva, sin importar el tiempo que pase en espera de pieza.

La medición que esta marcada para esta operación es cada 10 partes para un calibrador que se encuentra al lado de esta operación, en la cual el operador debe tomar una pieza de cada máquina y dirigirse al instrumento de medición e inspeccionar la parte según lo marca la instrucción de medición de parte. Si la parte está dentro de especificación se coloca en el carro de pieza terminada, de lo contrario se sigue *El Plan de Reacción* (ver anexo 2) que se explicó anteriormente.

Existe otra medición que se lleva a cabo cada 50 piezas, pero esta inspección es realizada por el laboratorio de calidad por lo que la parte se lleva hasta el laboratorio. Aquí el operador toma una parte de cada una de las máquinas y las lleva al laboratorio y las deja para su medición que realizara el personal de este departamento. En caso de que el personal del laboratorio encuentre que la parte está fuera de especificación notifica al operador para que tome las acciones pertinentes, de lo contrario lo que sucede es que el operador sigue produciendo y hasta que lleva el siguiente par de piezas al laboratorio recoge las piezas que llevo anteriormente. En seguida se muestra el layout de la operación 75- Generado de engrane:

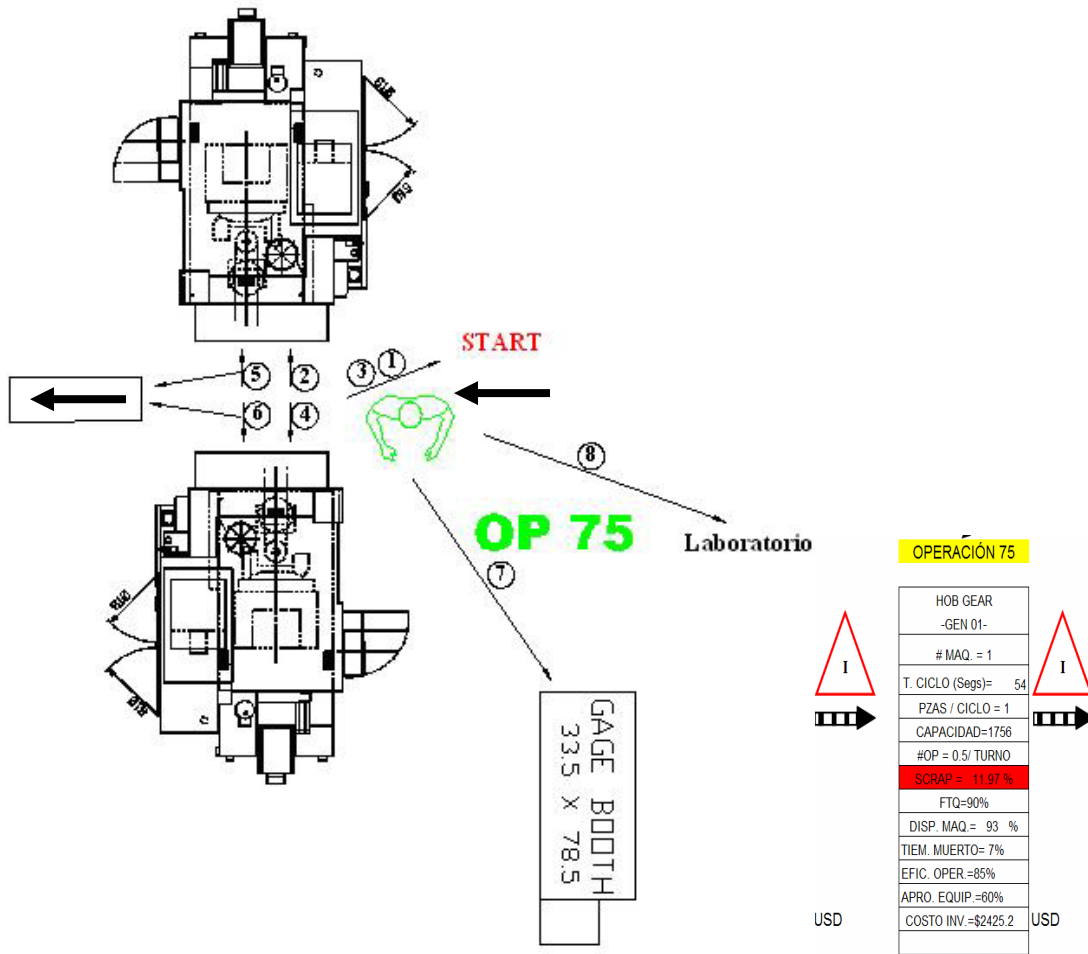


Figura 4.7 Layout operación 75

Operación 80 – Rectificado de Levas

El operador de esta operación lo que hace es dirigirse hacia la operación anterior y tomar el carro de partes terminadas, el cual tiene espacio para 10 partes. Lo siguiente que realiza es dirigirse a la primera máquina que se encuentra a un lado de la operación 75 y carga el transportador de partes de entrada. Una vez finalizado el llenado del transportador de entrada, el trabajador se dirige al panel de control e inicia el ciclo de maquinado de parte.

En esta máquina se cuenta con un cargador de un solo brazo, donde la secuencia para carga/descarga es la siguiente: primero el cargador avanza hasta la posición de carga de pieza y baja para asegurarse que no hay una pieza dentro del área de maquinado,

en seguida regresa al área de carga de parte y toma una parte nueva. Una vez que cargo la parte se dirige nuevamente al área de maquinado de parte y descarga la pieza, el cargador se retira y empieza el ciclo de rectificado.

Cuando la pieza ha sido terminada esta es tomada por el cargador y descargada en el área de pieza terminada y avanza al transportador de salida. El cual tiene una capacidad de 10 partes, por lo que una vez que se deja cargado el transportador de entrada la máquina continua trabajando continuamente y solo se detendrá por espera de parte nueva por rectificar o porque el transportador de salida esta lleno.

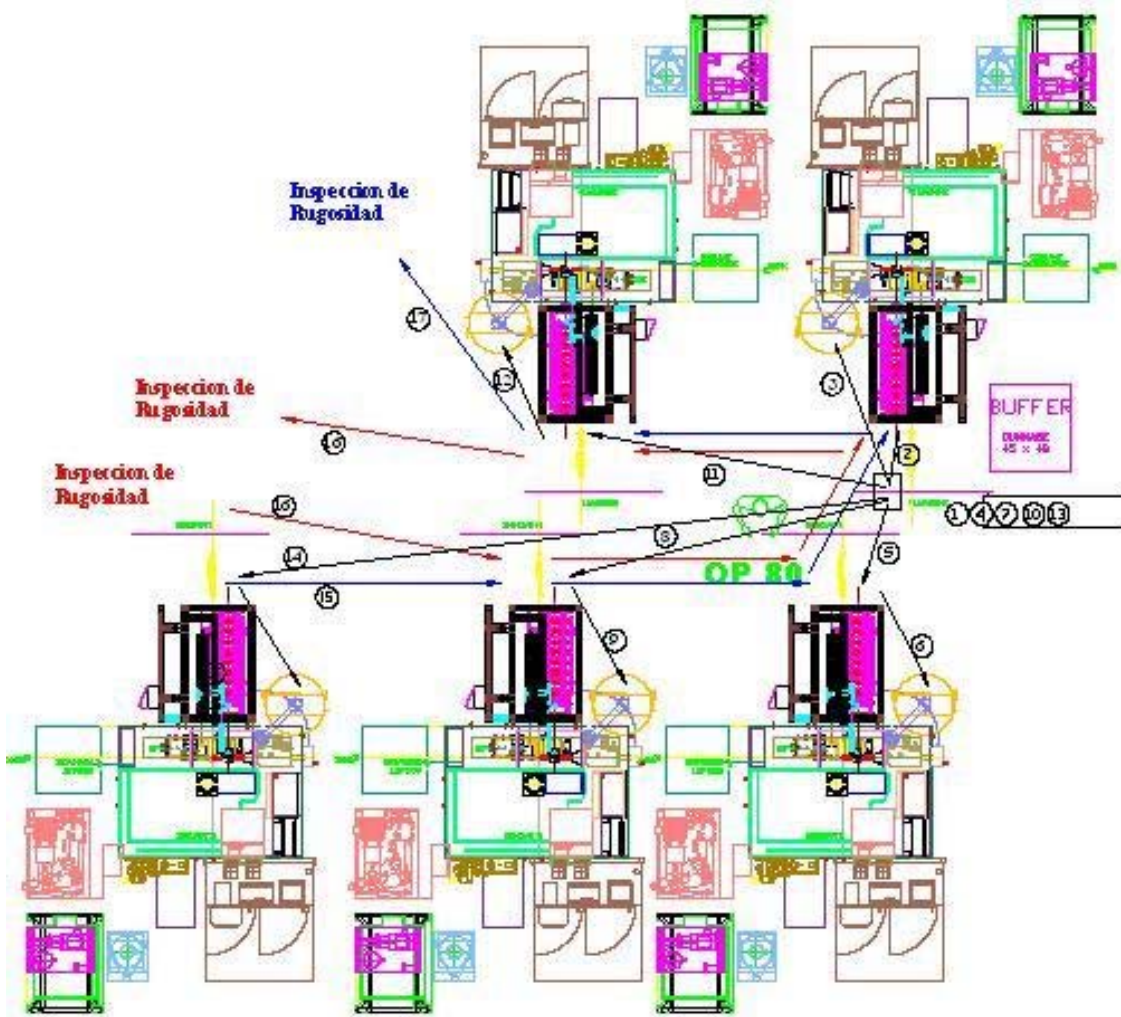
Mientras la primera máquina está trabajando el operador regresa a tomar otro carro de piezas de la operación anterior y repite la carga de piezas en la siguiente máquina, esto lo realiza en las 5 máquinas que tiene a su cargo.

Una vez que la primera máquina ha terminado de rectificar todas las piezas que se le cargaron, el trabajador vuelve a cargar el transportador pero en esta ocasión también descarga las piezas terminadas en el carrito, una operación extra que realiza es la identificación de las partes que se rectificaron. Como se cuenta con cinco máquinas en esta operación es necesario saber dónde se procesó cada parte como rastreabilidad de la pieza, lo que realiza el trabajador es tomar un marcador y pintar en un área específica a la parte terminada. Una vez realizado este paso el operador se dirige con el carrito de partes terminadas al transportador de descarga de piezas para la siguiente operación. Todo este proceso de ir, tomar el carro de partes de entrada, cargar/descargar el transportador de máquina, cargar carrito de partes terminadas y descargar en transportador de siguiente operación lo realiza para las 5 máquinas.

Las mediciones de esta operación consisten en tomar una pieza de cada máquina cada 50 ciclos, para en seguida dirigirse al calibrador que se encuentra cerca de estas operaciones y realizar la medición correspondiente. Además de esta inspección en piso, también se toma otro juego de partes y se lleva al laboratorio de calidad para su medición, donde se mide la parte en el calibrador que se cuenta en el laboratorio y al igual que la operación anterior, si se detecta algún problema con la medición se le

avisa al operador y se detiene la operación. Sino hasta que le corresponde volver a llevar partes al laboratorio el trabajador deja las nuevas piezas para medir y regresa con las partes ya inspeccionadas.

A continuación se muestra el layout de esta operación:



OPERACIÓN 80

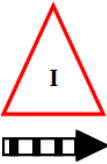
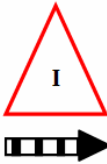
 USD	CAM GRINDER	-RLC 13-	 USD
	# MAQ. = 1		
	T. CICLO (Segs)= 138		
	PZAS / CICLO = 1		
	CAPACIDAD=1718		
	#OP = 0.2 / TURNO		
	SCRAP = 3.32 %		
	FTQ=90%		
	DISP. MAQ.= 93 %		
	TIEM. MUERTO= 7%		
	EFIC. OPER.=85%		
	APRO. EQUIP.=60%		
COSTO INV.= \$1992.48			

Figura 4.8 Layout operación 80

Operación 90 – Tratamiento Térmico

Esta operación inicia cuando el operador se dirige al transportador de piezas de entrada y toma dos partes y carga la primera máquina de tratamiento térmico, en seguida presiona dos botones de inicio de ciclo y deja de activarlos hasta que se cierra la puerta de seguridad. Mientras la máquina está procesando estas piezas, el operador se dirige de nuevo al transportador y toma otras dos partes para realizar la misma operación en la segunda máquina.

Cuando el ciclo se ha completado, el operador se dirige a la primera máquina y descarga las piezas y las coloca en un transportador de descarga de piezas. Antes de dejar ir las piezas el operador toma un marcador e identifica las partes que fueron procesadas. Después de esto el operador repite el ciclo de carga y ahora descarga la segunda máquina, como se puede observar aquí no se cuenta con ningún cargador y todo el trabajo es manual.

La operación de tratamiento térmico es una operación crítica y en cuanto a la inspección de las partes solamente se realiza una vez al turno, como el tiempo de inspección es tardado existe un procedimiento de enviar piezas antes del arranque de turno para así asegurar que cada inicio de turno la máquina esta en condiciones adecuadas de operación.

Esta medición consiste en llevar un par de piezas, que han sido procesadas en cada máquina, al laboratorio de calidad. El procedimiento es una prueba destructiva y tardada, en la cual se miden varias partes de la pieza y si se encuentra algún problema el personal del laboratorio se comunica con el ajustador de la línea para que realice los ajustes necesarios y vuelva a traer otra pieza. Cabe hacer mención que como la máquina tiene dos husillos y si uno de ellos salió bien de la medición y el otro mal, se puede correr la operación con un solo husillo mientras se termina de ajustar el otro.

En seguida se muestra el layout con la secuencia de actividades realizada por el operador:

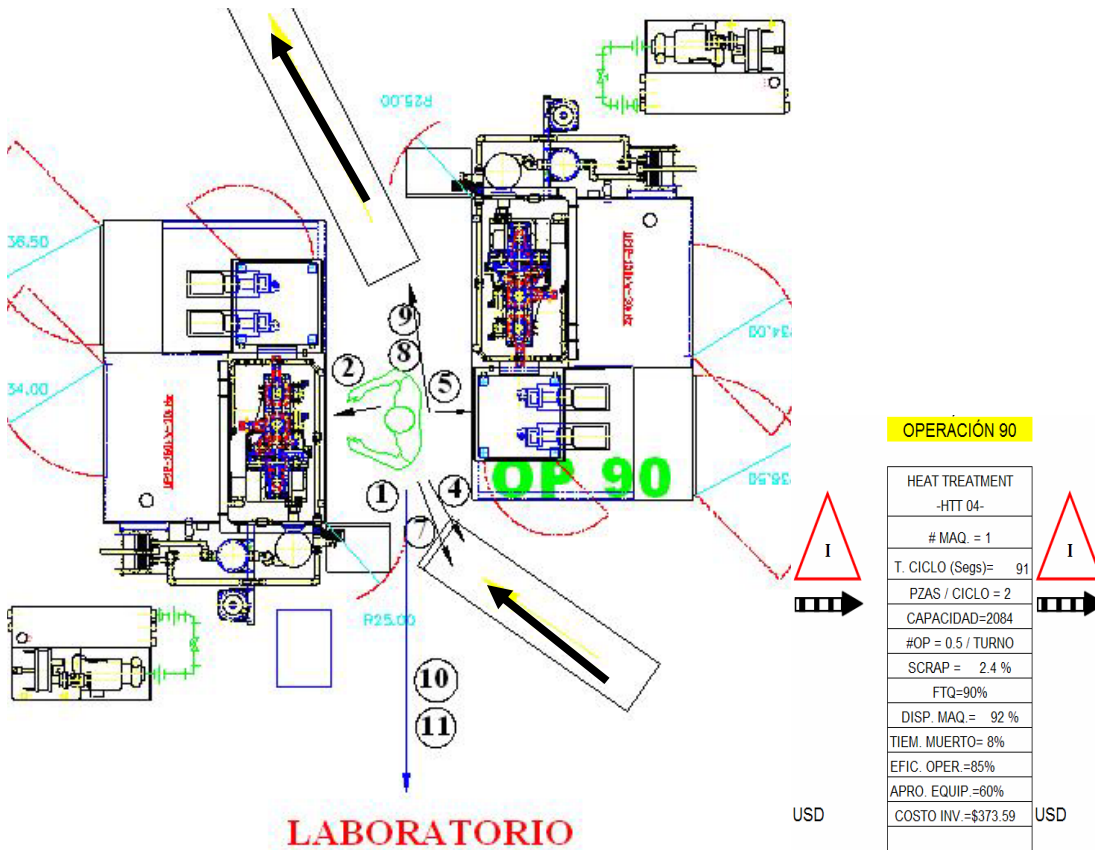


Figura 4.9 Layout operación 90

Operación 100 – Cepillado de Pieza

En esta operación se cuenta con un operador exclusivo para esta máquina, ya que es máquina única y la carga es totalmente manual. Además de no poseer un transportador para entrada o salida de partes, además de que el tiempo de ciclo es muy rápido y requiere que el operador este de tiempo completo en la máquina.

Lo primero que se realiza es tomar una pieza del transportador de piezas de entrada y cargar manualmente la pieza dentro del cepillo, en seguida se da ciclo y la máquina inicia su operación. Cuando la máquina ha terminado su ciclo el operador toma la parte y la coloca en un carrito, en seguida toma otra parte del transportador de entrada de piezas y da ciclo. Mientras la pieza está siendo procesada el operador toma una manguera y mediante aire retira el exceso de refrigerante que lleva la parte, una vez

que seco la pieza se coloca en el transportador de salida de parte, y este proceso se repite continuamente por el operador.

Esta operación no requiere de un instrumento de medición, sin embargo, se requiere inspeccionar visualmente la pieza y que no presente rebaba en las partes maquinadas. Esto se debe de realizar al 100% ya que en caso de presentarse esta rebaba es indicativa de que se requiere ajustar el avance del cepillo contra la parte que está siendo procesada.

En el siguiente esquema se muestra el trabajo que realiza el operador en esta operación:

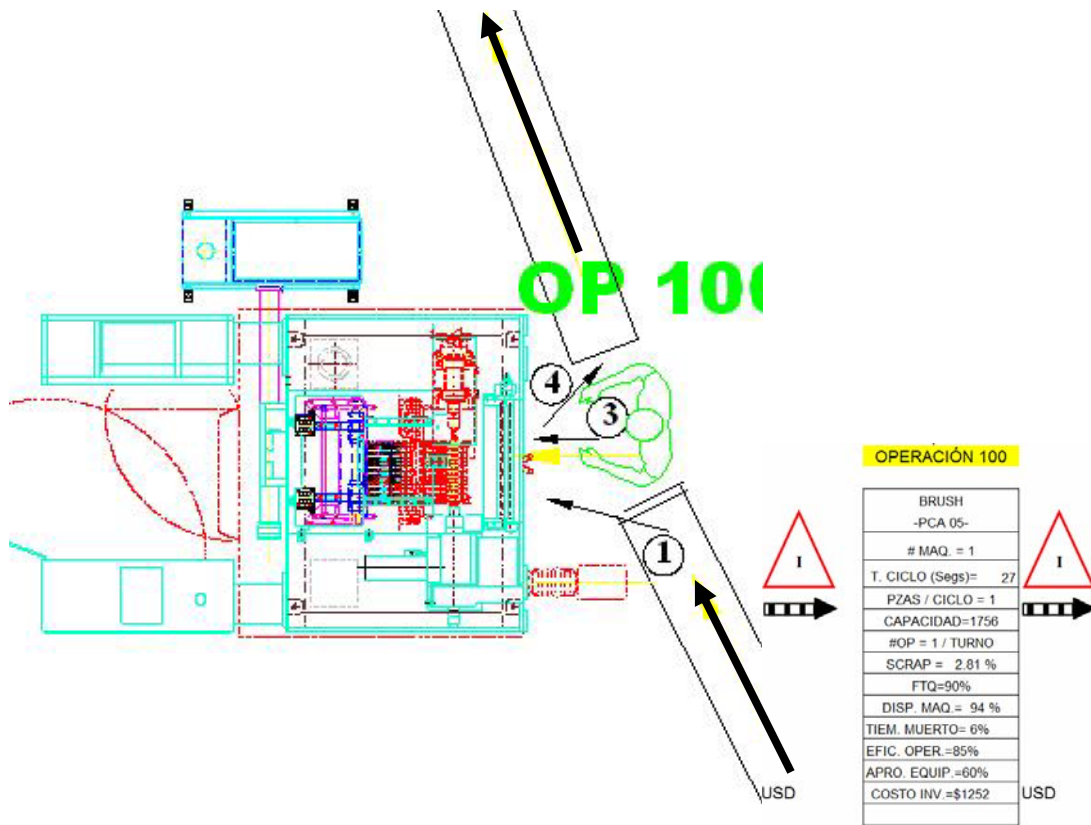


Figura 4.10 Layout operación 100

Operación 110 – Enderezado de Apoyos Centrales

En esta parte del proceso un operador toma una pieza del transportador de entrada y la coloca en el área de carga, en seguida coloca una mano en el botón de inicio de ciclo y la máquina automáticamente realiza el procesamiento de la parte.

Esta máquina consiste en una inspección misma de la parte en cuanto el enderezado de la pieza, y en caso de encontrar que esta fuera de especificación la misma máquina endereza la pieza. En esta operación el tiempo de ciclo es variable, ya que la máquina solo enderezara aquellas partes que están fuera de tolerancia y las que están bien solo las medirá y regresara sin haber hecho alguna operación extra.

Esta máquina como se menciona es en si un calibrador, por lo que previo al arranque de turno se requiere calibrar mediante la instrucción que se tiene en la operación. Una vez que se realiza esto no es necesario utilizar algún otro calibrador o llevar la pieza a otro instrumento de medición.

Cuando la pieza ha sido procesada por la máquina el operador tomara la parte y cargará el transportador de entrada de la siguiente operación, a continuación se muestra el layout de la operación:

que a partir de la operación de pulido hasta el final de línea, son cargadores los que mueven la parte y no un operador, esto es principalmente por la cuestión de manejo de material ya que la pieza para esta parte de la operación ya está terminada y el manejo es algo crítico y cualquier golpe o marca puede provocar piezas malas.

Como se mencionó anteriormente esta operación consiste de dos máquinas, la primera es una máquina que realiza una inspección de diámetros de apoyos de la parte y según unos parámetros establecidos la máquina decide si se tiene que pulir o no. Esto es porque la pieza para este punto viene con diámetros ligeramente arriba de especificación (esto por requerimientos del cliente) y cuando la pieza es sujeta, los brazos para pulir avanzan y tienen unos palpadores que miden la parte y trabajan mientras se alcanza el diámetro objetivo. En caso de que la pieza este fuera de especificación (tanto mayor o menor diámetro) esta es rechazada por la máquina en un transportador de rechazo.

La segunda máquina consiste en una pulidora de apoyos y levas, a diferencia de la primera máquina aquí no se cuenta con un calibrador que mide la parte. En esta máquina lo que sucede es que todas las partes son pulidas tanto de apoyos y levas, básicamente lo que se busca en esta operación es dar un acabado superficial requerido y este se da por parámetros ya establecidos previamente.

La inspección que se realiza en la primera máquina es realizada dentro de la misma, mediante los calibradores que tiene la operación y que son calibrados al inicio de cada turno usando el procedimiento establecido para esta operación.

En la segunda máquina de pulido el operador toma una pieza ya pulida, la seca utilizando aire y se dirige al calibrador que está cerca de la operación. Se inspecciona la parte ya pulida según lo que marca el *Plan de Control* y en caso de que todo esté dentro de parámetros se continúa con la operación y la pieza muestra se retorna al proceso. En caso de presentarse algún problema en la medición se sigue el *Plan de Reacción* (ver anexo 2).

En seguida se muestra el layout de la operación, donde se puede observar el uso de los cargadores automáticos:

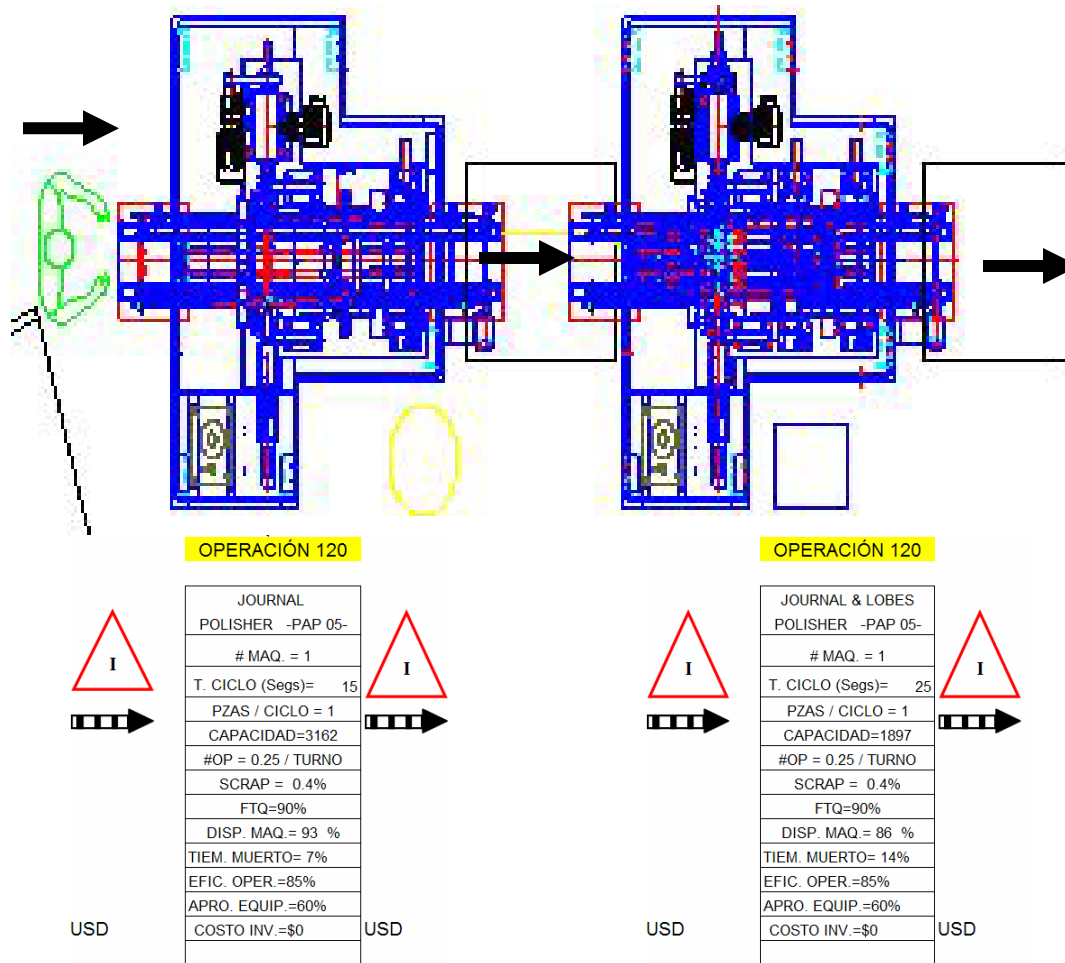


Figura 4.12 Layout operación 120

Operación 130 – Lavado de Parte

En este punto la parte ya está completamente terminada, y en esta parte de la operación lo que sucede es que la pieza es cargada a la máquina mediante un cargador. La pieza es transportada mediante una cadena a través de la máquina, la cual cuenta con diferentes fases.

La primera es un desengrasado de la parte para remover aceite, refrigerante o partículas que se le adherieron a la parte durante el proceso. El siguiente paso es una

aplicación de un antioxidante el cual evitará que la parte se oxide durante el tiempo que esté empacado ya sea en la planta o con el cliente y el último paso es un secado de la parte. Esta última fase de secado es para eliminar cualquier exceso del antioxidante, así como enfriar un poco la pieza ya que la siguiente operación es la medición de la parte y si llega algo caliente la medición no será adecuada por la variación de temperatura.

A continuación se muestra el layout de esta operación de lavado:

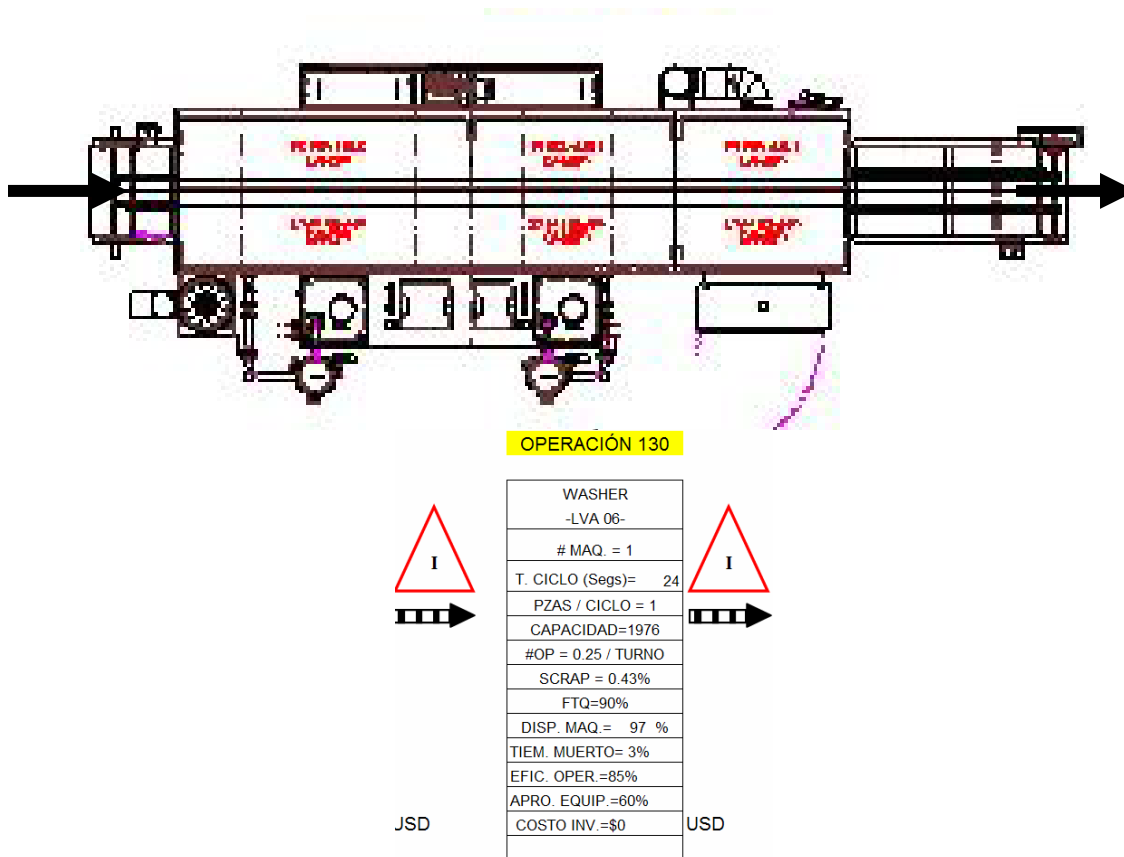


Figura 4.13 Layout operación 130

Operación 140 – Medición de Pieza Terminada

Esta parte del proceso inicia cuando un cargador toma la parte de la cadena que transporta la pieza de la lavadora, este cargador consiste de dos brazos para la carga/descarga de partes.

El primer brazo primero llega a una posición de precarga, esto con la finalidad de disminuir el tiempo de llegada del brazo a la posición en que debe tomar la parte, ya que el cargador de esta operación está alejado. Una vez que toma la pieza el brazo sube a la posición anterior y el cargador avanza hasta posicionarse en la máquina de medición, la cual tiene un cargador que está esperando que descarguen la parte. Cuando el brazo descarga la pieza, el cargador de la máquina de inspección introduce la parte para su inspección y en este momento el cargador regresa a la posición de carga de parte y toma una nueva pieza para ser medida.

La pieza que ha sido medida es tomada por un segundo brazo, aquí según la medición se toma la decisión si la parte puede o no pasar a la siguiente operación. Si la parte fue aceptada el cargador avanza a la posición de descarga de parte, que es el inicio de la siguiente operación y deja la pieza medida, además el primer brazo está descargado una nueva parte para ser medida. En caso de que la parte fue rechazada entonces lo primero que realiza el cargador es moverse a la posición de carga de pieza en máquina de inspección y en seguida se mueve al área de rechazo, esto se hace con la finalidad de que mientras la pieza se está inspeccionando la pieza rechazada es descargada y el cargador vuelve por una nueva parte y así no se pierde tiempo.

Esta máquina de inspección como su nombre lo indica, es un calibrador que verifica al 100% las piezas ya que estas van certificadas desde la planta al cliente, el cual requiere que así se le certifique el material. En esta operación se realiza una calibración de la máquina de inspección, la cual es realizada en forma automática por el cargador y se tiene programada cada cierto tiempo.

En seguida se muestra el layout de la operación de inspección:

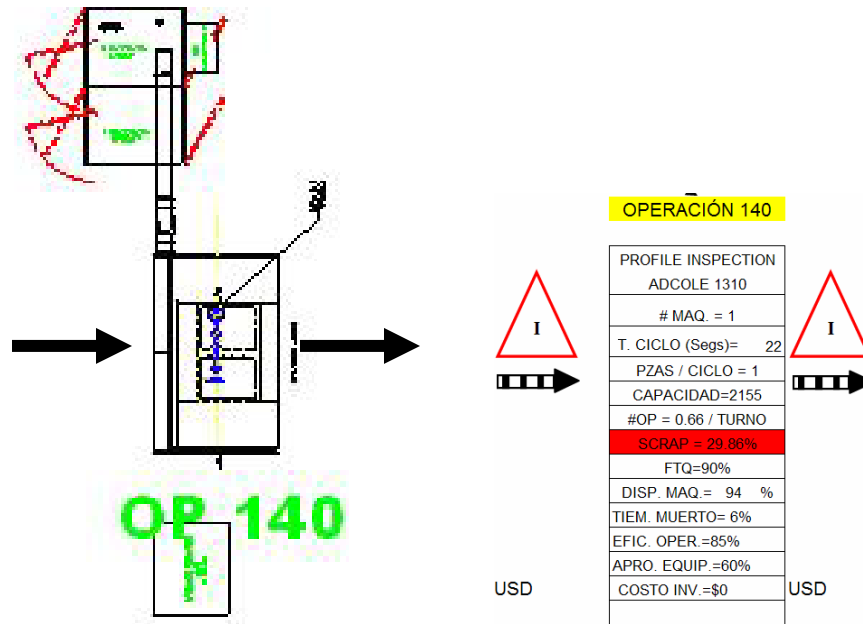


Figura 4.14 Layout operación 140

Operación 150 – Inserción de Filtro y Marcado Láser

Esta operación consiste en la última parte del proceso, donde la parte que fue descargada por el cargador primero es orientada en la primera estación, enseguida el transportador indexa y en la siguiente estación un instrumento inspecciona que la pieza recibió el tratamiento térmico en la operación 90. Si la pieza es aceptada entonces un filtro es ensamblado en la parte, en caso contrario la pieza es rechazada y se queda guardado en la memoria de la máquina y de aquí en adelante la pieza ya no es procesada y al final de la operación será rechazada en el transportador de piezas sospechosas.

La pieza que fue aceptada y se le ensambló el filtro, pasa a otra estación donde se verifica que el filtro esta bien colocado, después de esto la parte avanza hasta llegar a la estación de marcado láser y se le graba una matriz 2D que la harán rastreable, por último la marca realizada es leída por una cámara para verificar que está bien marcada. Esto es, porque la marca es leída en la planta del cliente por un robot que ensambla la parte dentro del motor que le corresponde.

Esta máquina de inserción y marcado en la parte final cuenta con cuatro transportadores, tres corresponden a las piezas que se producen en la línea de producción y que la máquina segrega según la parte que esté corriendo o la lectura realizada por la cámara de inspección. Y el cuarto nivel corresponde a las piezas que rechazó, ya sea por falta de dureza, falta o mala colocación de filtro o fallas en el marcado de parte. Con esto se evita en parte la mezcla de material en caso de que se estén corriendo varios números de parte.

A continuación se muestra el layout de esta operación de inserción y marcado:

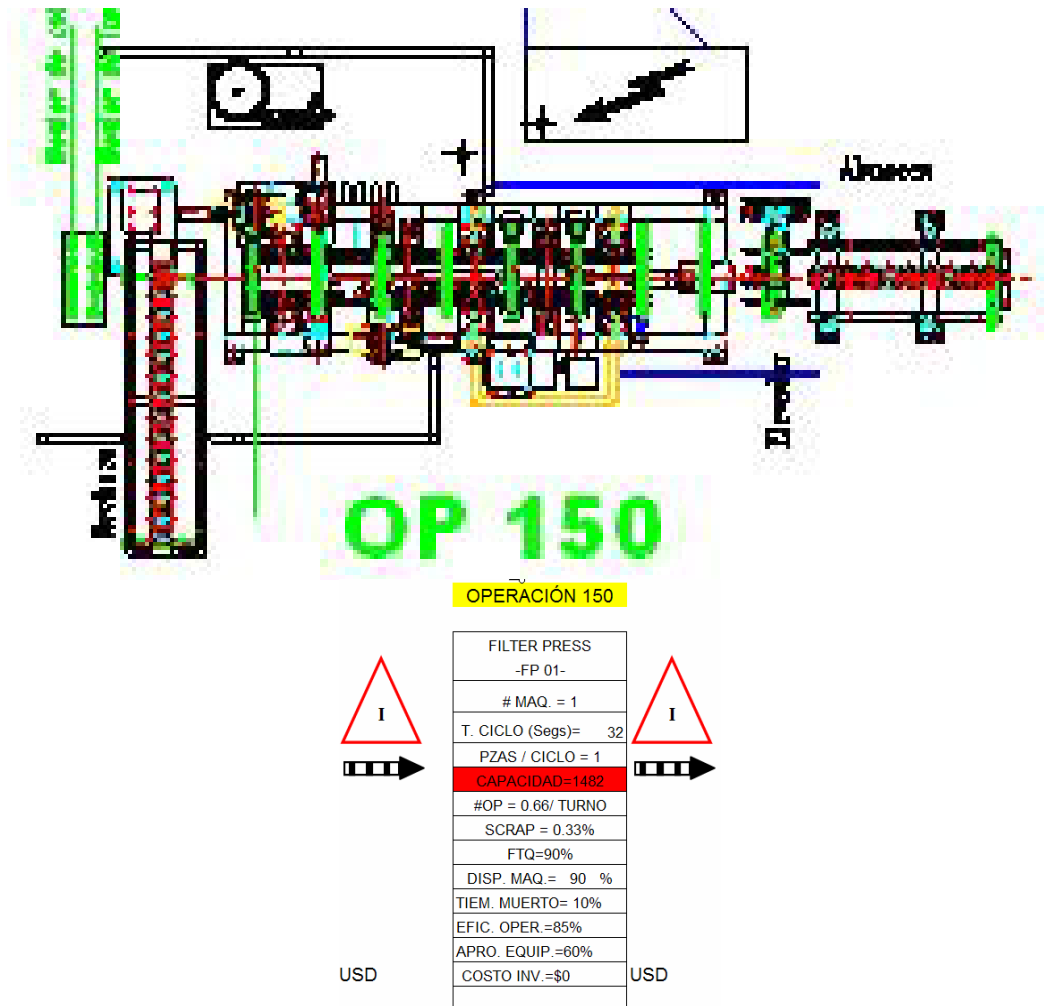


Figura 4.15 Layout operación 150

Operación 160 – Inspección Visual

Esta es la última operación y consiste en una inspección visual, la cual es realizada por un operador de características como golpes en partes maquinadas, rebaba en levas, certificar la presencia de la marca láser y del filtro.

Una vez que el operador inspecciona la parte, utilizando criterios de aceptación establecidos por el ingeniero de calidad, las piezas que son aceptadas son marcadas por el operador con un punto de certificación que pasó por la inspección final y se coloca en el contenedor de producto terminado.

Si la parte fue rechazada por alguna de las características que no cumplió, el operador la segrega y decide si la pieza se tira o se deja para que el ingeniero o auditor de calidad tomen la decisión final para darle disposición.

En seguida se muestra el layout de esta operación de inspección visual:

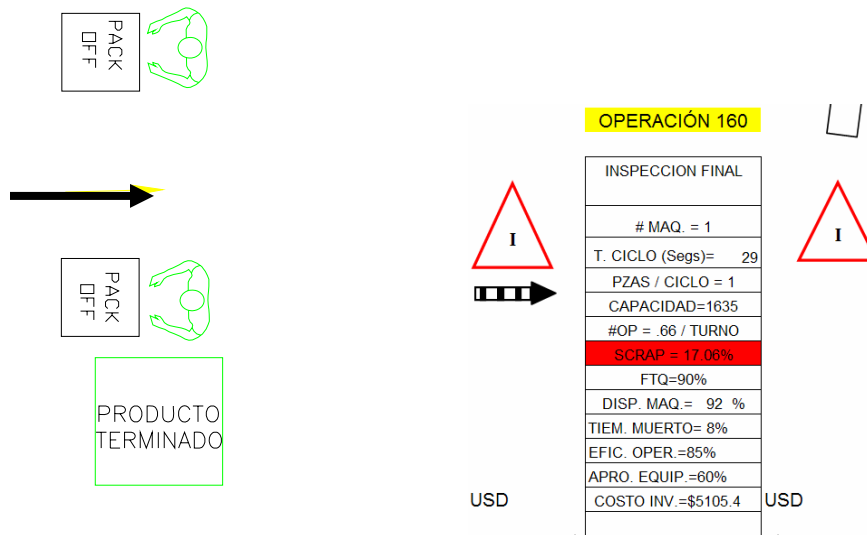


Figura 4.16 Layout operación 160

Dentro de la empresa se tiene el *Mapa de la Cadena de Valor Actual* (ver anexo 4), el cual es un cuadro que permite visualizar como el material e información fluyen de los

proveedores a través de la manufactura y hasta el cliente. Incluye los cálculos del tiempo de ciclo total y del total de valor agregado. Es llenado para el estado actual y futuro de la cadena de valor, para indicar en que dirección el negocio está yendo. Como anexo 4 se muestra el mapa de la cadena de valor actual para esta línea de producción.

4. Programación de Producción y Pedido de Material

En la empresa bajo estudio todas las líneas de producción se planean en base a una producción anual dada por el cliente, y esta producción a su vez se calcula en base diaria según los días que opera la planta. Aquí se presenta una situación en cuanto a la variación de la producción diaria o semanal la cual no necesariamente es uniforme durante los días que trabaja la planta, ya que el cliente según la época del año o la demanda del mercado emite pedidos por diferentes cantidades.

Para el caso específico de la línea de árboles de levas en cuestión la programación y control de la producción se realiza de la siguiente forma:

4.1. Cliente

El proceso inicia con los pedidos que realiza el cliente y son recibidos por el departamento de Control de Producción vía E.D.I. el cual es un sistema electrónico por el cual el cliente envía la cantidad y tiempo en que se requieren las partes. Diariamente se revisa el programa de producción, para su análisis, y todos los jueves de esa misma semana se genera una proyección del comportamiento de las líneas. En base a sus resultados de los últimos tres días, del cual se confirma o modifica el plan de producción y se genera en su caso el plan de contención (tiempo extra programado).

4.2. Proveedor

El Analista de Control de Producción, recibe los requerimientos de todos y cada uno de los clientes analizando el número de parte, cantidad, fecha, etc. Control de producción hace el plan de producción en base a los requerimientos del cliente y

simultáneamente coloca pedido de materiales a cada proveedor para garantizar que con sus entregas cubrirá la producción en la planta bajo estudio y los requerimientos de los clientes.

4.3. Almacén de Materia Prima

El almacén de materia prima es el que mantiene al sistema funcionando y da la señal de cuando hay que pedir material, esto aunado a los requerimientos del cliente. Cuando la materia prima es surtida a la línea de producción este contenedor se descuenta en el sistema y se lleva un inventario de las entradas y salidas de material.

4.4. Línea de Producción

Cada inicio de semana el departamento de Control de Producción comunica al departamento de Producción la programación de las partes a fabricar, tanto en cantidad y el tiempo en que se debe entregar el material. La cantidad a producir y los cambios de modelo se obtienen en base a los requerimientos del cliente (piezas requeridas y días a entregar) y el inventario en planta.

4.5. Almacén de Producto Terminado

Cuando la piezas han sido manufacturadas en la línea de producción éstas son colocadas en un almacén temporal de producto terminado, estos contenedores se colocan usando el método PEPS (Primeras Entradas Primeras Salidas), así cuando se requiere embarcar los contenedores que se envían son los que se produjeron con anterioridad. El inventario máximo permitido de producto terminado es de una semana de producción, el cual al llegar a este nivel detiene la línea de producción.

4.6. Embarques

El cliente en cuestión envía a la planta un transporte a una hora y día determinado previamente, ya que el transporte corre por su cuenta. Y es responsabilidad de la empresa embarcar la cantidad del número de parte correspondiente y a la hora indicada. En caso de no cumplir con los puntos anteriores, la empresa tendrá que

pagar un transporte para enviar las piezas al cliente, además de recibir una amonestación por parte del cliente y que puede representar un costo monetario y sobre todo una mala imagen ante él.

Existe un punto importante en cuanto al empaque que se utiliza, tanto para materia prima como producto terminado, el cual es propiedad del cliente y solo se cuenta con una cantidad limitada de empaque. La cantidad de empaque esta calculado para la demanda máxima que esta instalada la línea de producción, sin embargo en ocasiones sucede que el cliente no regresa el empaque vacío y esto provoca que se tenga que parar la línea o utilizar un empaque diferente. Y una vez que arriba el empaque original se requiere mover el material al empaque de producto final, ocasionando doble trabajo y posibles problemas con piezas que se pueden dañar por el manejo de las mismas.

5. Medidores de desempeño

Como parte del desempeño de la planta se cuenta con una serie de medidores, los cuales se monitorean en forma mensual y son reportados a todos los empleados. Además de que a nivel compañía se envía un reporte al corporativo para el desempeño global de la planta, este reporte es un concentrado de cada una de las líneas.

Dentro de estos indicadores hay algunos que son internos y no se le comunica al cliente sobre este tipo de indicadores, como son el desperdicio interno y la eficiencia pero que son de gran ayuda para conocer el desempeño de la empresa y el establecer planes de acción de mejora. Dentro de los indicadores externos se tienen las quejas del cliente, PPM's y entregas a tiempo. A continuación se explica cada uno de estos indicadores, así como un histórico de la línea bajo estudio.

5.1. Desperdicio Interno

Uno de los indicadores de calidad interno es el desperdicio que se produce en cada una de las líneas, el cual es monitoreado por el departamento de calidad.

Estas piezas además de impactar en una baja de piezas buenas producidas implican costos, tanto por el tiempo que se les invirtió, el costo de mano de obra para producirlas y el costo de la materia prima.

El procedimiento que se tiene es el siguiente: durante el turno cada operador está realizando inspecciones para asegurar que está operando dentro de especificación, cuando se detecta que una pieza no cumple con las características de calidad requeridas se segrega la pieza en una jaula para piezas de desperdicio. Todas estas piezas son recogidas al final del turno por el auditor de calidad y se genera una boleta, la cual es firmada tanto por el auditor como por el supervisor de producción y así toma conocimiento de las piezas malas que se produjeron.

El auditor lleva las piezas malas a un contenedor de desperdicio final, donde otro operador destruye estas piezas. El auditor entrega una copia de la boleta de desperdicio al encargado del laboratorio de calidad para capturarlo en un sistema y esta información puede ser analizada ya que se guarda un registro del defecto, operación, turno, cantidad de piezas, etc. Esta información al final del mes se concentra y se obtiene todas las piezas malas producidas, el defecto que tenían, el turno y esta información es analizada por personal de calidad, manufactura, producción y mantenimiento.

Este equipo multidisciplinario esta encargado de analizar el porque se producen partes malas, y se enfocan a los cinco defectos que impactaron más. A partir de esta información se genera un plan de acciones para disminuir o eliminar la generación de partes defectuosas.

En seguida se muestra una tabla con el desperdicio que se ha producido por mes en la línea de producción:

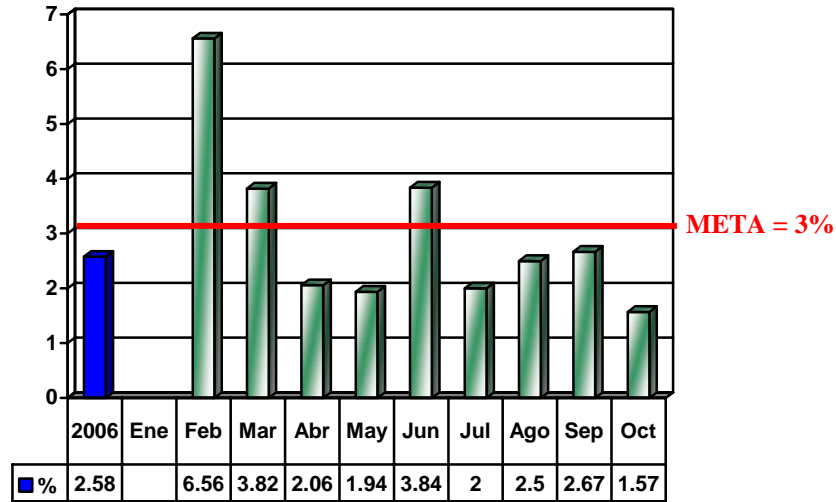


Figura 4.17 Desperdicio mensual de línea bajo estudio

5.2. Eficiencia

Otro indicador interno es la eficiencia de la línea de producción, la cual mide el porcentaje de utilización del equipo instalado en la línea de producción. Este medidor se presenta en base semanal en la junta de producción y es preparado por el equipo multidisciplinario.

La definición que se tiene de *eficiencia* es la utilización de los recursos disponibles con unos niveles tecnológicos dados, por la que se consigue el máximo de producción posible.¹⁰

El proceso inicia con la recolección de los reportes de producción de la semana que acaba de terminar, en estos reportes cada uno de los supervisores de producción apunta la producción del turno y las fallas más representativas que tuvo a lo largo del turno. El siguiente paso el ingeniero de manufactura captura los tiempos muertos reportados, esto se hace en una hoja de calculo y los tiempos de no producción se capturan por máquina.

¹⁰ <http://www.educa.aragob.es/iespgaza/ecobachillerato/diccionario.htm>

Una vez que se tienen capturados estos datos el ingeniero reúne al equipo multidisciplinario para analizar la información y seleccionar los cinco paros más significativos. A partir de esto se realiza un plan de acciones para mejorar el desempeño de las operaciones, haciendo mención que en algunas operaciones se cuenta con varias máquinas por lo que la acción a tomar no solo aplica para la máquina que tuvo más tiempo muerto sino a todas las máquinas que realizan el mismo trabajo.

Algo que se debe hacer mención es lo que se considera como eficiencia por parte de los diferentes niveles, esto porque en diferentes ocasiones al momento de presentar la información la idea general de eficiencia que se tiene es el cumplimiento al plan de producción pero esto en realidad es productividad. Pero en realidad eficiencia es un indicador que toma en cuenta la productividad, el desperdicio y retrabajo de piezas y los paros no programados.

Esto ha provocado que al momento de presentar la eficiencia se enfoquen más a la falta de cumplimiento al plan de producción y en ocasiones se pase por alto las fallas más representativas. Además de que en ocasiones el equipo multidisciplinario no está completo y las acciones que se sugieren de mejora se realizan por solo una parte del equipo, provocando así una situación en donde en lugar de mejorar se desacredite las acciones propuestas.

A continuación se observa la eficiencia que ha presentado la línea de producción desde su arranque hasta la fecha:

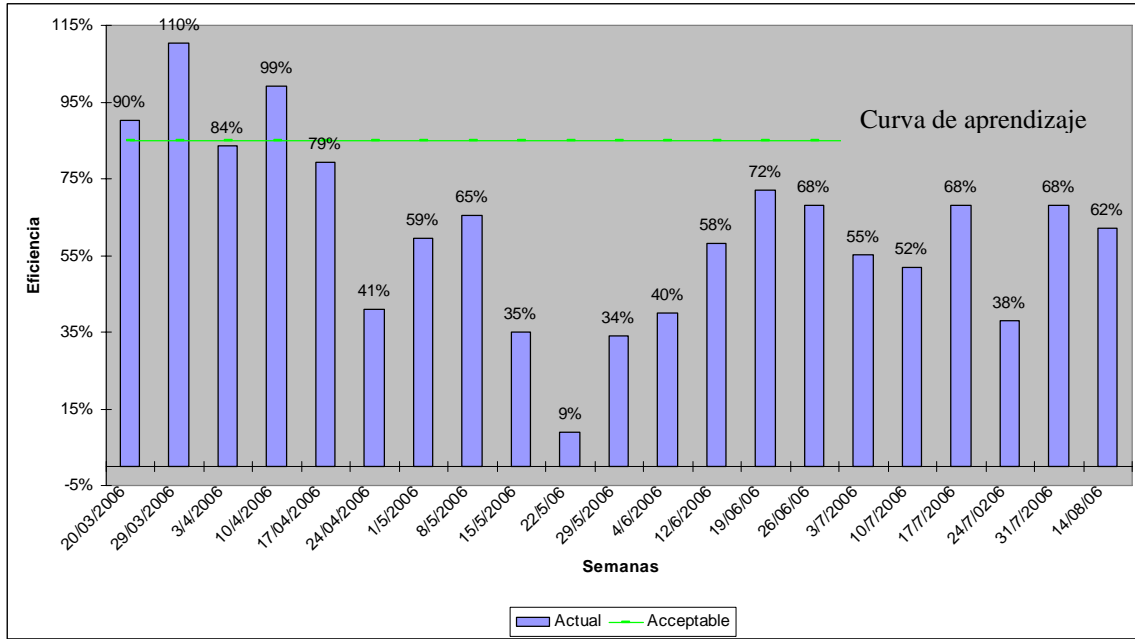


Figura 4.18 Eficiencia mensual de línea bajo estudio

5.3. Quejas del Cliente

Dentro de los medidores externos que se tienen están las quejas del cliente, éstas a su vez se pueden dividir en quejas formales y no formales. Es decir, en ocasiones el cliente al recibir las partes y empezar a utilizarlas en su planta y detecta alguna falla en ellas lo primero que hace es comunicar al proveedor de la situación.

Después de discutir entre ambas partes el cliente analiza la situación encontrada y decide solamente manejarlo como una llamada de atención hacia el proveedor y éste a su vez toma acciones para prevenir la reincidencia. Sin embargo, cuando el cliente encuentra piezas que están fuera de especificación lo que hace es hablar al proveedor y decirle que las piezas que tiene en su planta están rechazadas y requiere que se le verifique el material que tiene en su planta y todo material próximo a recibir debe estar certificado que esta dentro de especificaciones del defecto encontrado.

Este tipo de situaciones son las que implican un trabajo adicional por parte del proveedor, ya que como primer paso es detener la producción e informar a

todo el personal de la línea del defecto encontrado. En seguida todo el material que se tiene como producto terminado es segregado y reinspeccionado de la característica en cuestión, esto se realiza tanto para las piezas que se encuentran en planta del cliente y del proveedor. Para las partes en la planta del cliente lo que se hace comúnmente es contratar a una empresa que reinspeccione las piezas, esto debido a que las plantas de los clientes están alejadas y en ocasiones se encuentran en el extranjero.

Una vez que se terminó de reinspeccionar todo el material, se entra en una fase llamada de contención, en la cual las piezas que se producen son inspeccionadas al 100% del defecto reportado. Esta fase de contención tiene como duración un mes sin defectos, es decir, no se debe de encontrar ninguna pieza fuera de especificación durante treinta días hábiles de producción. En caso de que se encuentre una pieza defectuosa se vuelve a empezar con los treinta días de contención.

La forma de analizar y dar solución a este problema de calidad es mediante el uso de la herramienta de los *8 pasos* (ver anexo 6), la cual consiste en tener un equipo multidisciplinario que se reunirá para buscar la causa o causas raíz que ocasionaron el defecto. En esta herramienta se busca dar solución definitiva al problema y prevenir su reincidencia, tomando acciones definitivas para su solución.

Este tipo de quejas del cliente no solo implican un gasto económico muy grande, por las inspecciones adicionales y contratación de empresas externas, sino que además generan una pérdida de buena imagen ante el cliente y este a su vez las tiene capturadas en su sistema de evaluación a proveedores. El cual es un punto importante al momento de considerar al proveedor para nuevos proyectos, ya que si el proveedor tiene muchas quejas pues el cliente prefiere no considerarlo.

Aquí se muestra el desempeño de las quejas que se tienen con el cliente:

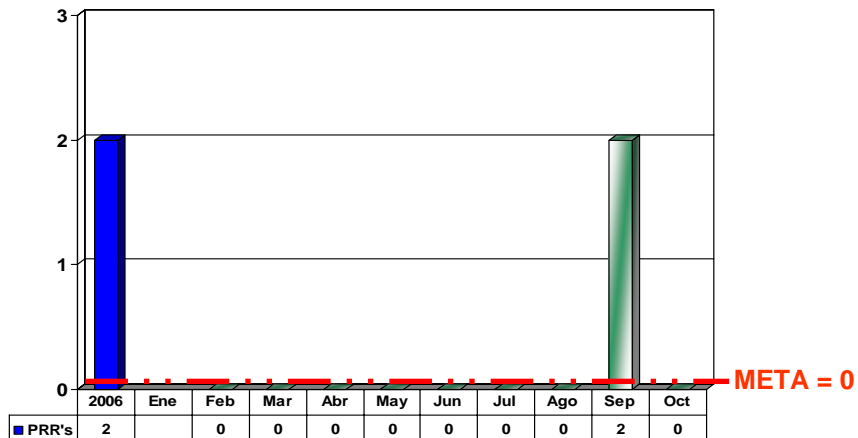


Figura 4.19 Quejas con el cliente de línea bajo estudio

Como se puede observar en la figura anterior en el mes de septiembre hubo dos quejas por parte del cliente, las cuales fueron piezas con doble marca láser. Estas quejas repercutieron entrar en etapa de inspección al 100% de las piezas producidas, sobre el defecto reportado, donde el costo de esta inspección solamente como pago a un externo fue de \$7,000 dólares.

5.4. PPM

Otro medidor del cliente son las Partes Por Millón, más conocidas como PPM, las cuales se calculan dividiendo las partes totales defectuosas encontradas entre las partes totales embarcadas por un millón.

$$PPM = \frac{\text{Partes totales defectuosas}}{\text{Partes totales embarcadas}} \times 1,000,000$$

Formula 4.1 Partes por Millón

Para las partes defectuosas solamente se toman en cuenta las fuera de especificación encontradas por el cliente durante una queja formal y no el total de las partes que se tienen en su planta.

Este medidor está ligado directamente con las quejas del cliente, ya que aquí es donde se reflejan de manera numérica estas quejas. Y también es algo que el cliente toma en cuenta para la asignación de nuevos proyectos para la

empresa en cuestión. A continuación se presenta los PPM que se tienen hasta la fecha en la línea de producción bajo estudio:

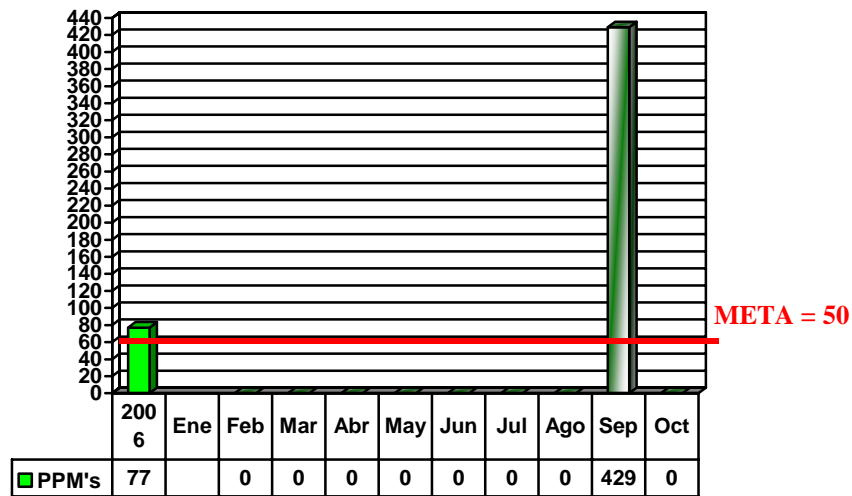


Figura 4.20 PPM mensual de línea bajo estudio

5.5. Entregas a Tiempo

Un último indicador que tiene el cliente hacia el proveedor son las entregas a tiempo, las cuales deben ser tanto en cantidad, fecha y hora indicada por el cliente. Para el caso de la línea en cuestión el cliente es quien se encarga de los costos y el envío del transporte de las piezas.

El cliente informa al proveedor los días y horas en que el transporte llegara a su planta, donde el proveedor es responsable por cargar las piezas en la cantidad requerida por el cliente. De no cumplir en alguno de estos puntos, el proveedor es penalizado por el cliente con una queja formal.

Cuando el proveedor no tiene a tiempo las piezas lo que sucede es que tiene que contratar un transporte por su cuenta y enviarlas fuera de la ventana de entrega, además de que tiene que negociar con el cliente para la recepción del material en la planta de ensamble. En el caso de embarcar una cantidad menor a la pedida por el cliente, el proveedor tendrá una queja por cantidad embarcada menor a lo ordenado y también debe contratar un transporte por su cuenta para completar el requerimiento del cliente.

Este punto de entregas a tiempo es crítico, ya que no solamente implica el tener una queja formal sino que los costos de transporte fuera de tiempo son altos. Además de que en la industria automotriz los inventarios que la planta del cliente no cuenta con un inventario alto de piezas, sino se trabaja con un inventario mínimo por representar costos altos de almacenamiento y falta de espacio para guardar tantas partes diferentes. Un costo alto que se puede pagar por no tener embarcar las piezas requeridas por el cliente es que se corre el riesgo de parar la línea de ensamble, en este caso el proveedor es multado por cada minuto que para la línea a un costo de \$500 dólares, debido a no contar con piezas para seguir produciendo.

Por esto la empresa en cuestión trabaja seis días de la semana, de los cuales cinco son para producir las piezas que requiere el cliente y el sexto día es usado para producir un inventario de seguridad de producto terminado el cual como máximo es de una semana o de la cantidad de empaque de producto terminado disponible. Así se puede reaccionar en caso de una demanda adicional del cliente o alguna otra situación que requiera embarcar fuera de la ventana de recolección establecida por el cliente.

En seguida se muestra el desempeño de las entregas con el cliente:

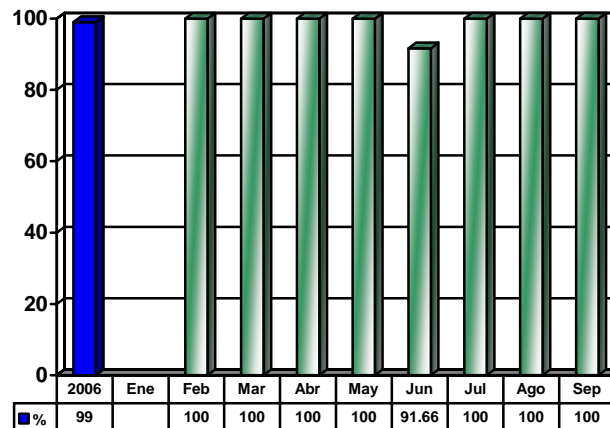


Figura 4.21 Entregas a tiempo de línea bajo estudio

V. ANÁLISIS DEL MAPA DE LA CADENA DE VALOR ACTUAL

En este apartado se analizará el *Mapa de la Cadena de Valor Actual*, con esta herramienta se visualiza de forma rápida los desperdicios que se tienen durante el proceso, permitiendo tener un punto de partida para ayudar a la generación de planes de mejora de la línea bajo estudio. En este mapa se concentra la información de tiempos de ciclo, desperdicio por operación, disponibilidad del equipo, inventarios, movimientos de material y dan la pauta para el proponer un estado deseado futuro.

Para cada uno de estas actividades se deben hacer preguntas sencillas como: ¿La actividad crea valor para el cliente? ¿Es capaz la actividad? ¿Produce partes buenas cada vez? ¿Es flexible, se puede adecuar si existen cambios al producto?

Al finalizar estas preguntas se observará aquellas actividades que no agregan valor y que deben ser eliminados, y aquellas actividades que no son capaces, inflexibles, sobre o bajo capacitados se deben de perfeccionar. Además de analizar las actividades también el *Mapa de Valor* muestra el flujo de comunicación que existe desde el cliente hacia la empresa y de esta hacia los proveedores de materiales. Y otro punto sería el analizar la demanda que hay entre cada actividad para que esta sea mínima y no cause problemas a las actividades posteriores.

Como se mencionó anteriormente ya se cuenta con un programa de Manufactura Esbelta dentro de la empresa bajo estudio y a su vez se tiene *VSM Actual* de la línea bajo estudio. Este mapa inicia con el flujo de información del cliente hacia la planta es a través de un medio electrónico, el cual despliega los requerimientos en base semanal. Donde la primera semana son pedidos en firme y que la empresa debe analizar para comunicarle al departamento de producción para su programación. Además de la semana de producción se puede visualizar un pronóstico de seis semanas y con esto tener un mejor panorama para la programación.

En la empresa bajo estudio una vez que se tiene la programación de producción de la semana se informa al departamento de producción para su calendarización. Para el

Capítulo V. Análisis del Mapa de la Cadena de Valor Actual

caso de la información pronosticada se utiliza para enviar los requerimientos de material a los proveedores, para el caso del árbol de levas que se esta analizando se tienen dos proveedores. El primero es el de proveedor el árbol semi-terminado y al cual se le colocan pedidos con un mes de anticipación y el segundo proveedor que es de un filtro se ordenan cantidades para cuatro meses de producción, esto por el tipo de componente y que solo se vende en grandes cantidades.

El siguiente paso se observa el transporte de estos materiales, el cual se realiza por medio de transporte terrestre y es aproximadamente cada mes del proveedor hacia la planta. Cuando llega a la empresa el material es inspeccionado en el laboratorio de calidad y si es aceptado se coloca en su área asignada

El siguiente paso es mostrar el flujo del material a través de las diferentes operaciones que intervienen en la manufactura del árbol de levas. Para cada una de estas operaciones se muestra una serie de información relevante para poder determinar los desperdicios del proceso, a continuación se explica la información para cada operación y también la forma en que se obtiene esta información. En la figura 5.1 se puede observar la información que se debe llenar para cada operación que interviene en la manufactura del árbol de levas:

No. Operación
Descripción de la operación
Tiempo de Ciclo
No. De operadores por turno
% de Desperdicio
Piezas por ciclo
No. Máquinas
Disponibilidad de máquina

Figura 5.1 Información VSM por Operación

En primer lugar se coloca el número de operación, en seguida se da una breve descripción de la operación y el número de la(s) máquina(s) que producen las partes.

El tiempo de ciclo es el tiempo estándar que se tarda la máquina en producir una pieza, este se conforma del tiempo de ciclo de maquinado mas el tiempo de carga y descarga.

El numero de operadores es el personal que se tiene asignado para cada operación y este a su vez se muestra repartido según el numero de máquinas que atiende. Es decir, si un operador tiene a su cargo una máquina se le asigna el 100 por ciento a esta máquina pero si el operador tiene dos máquinas a su cargo se reparte la carga de trabajo del operador siendo de 0.5 para cada máquina que interviene.

El siguiente campo es el del porcentaje de desperdicio que produce cada operación, este dato se obtiene de las piezas malas producidas por la operación entre las piezas totales producidas. Esta información se obtiene de los datos históricos de las piezas malas que se tiran diariamente por operación y que se tienen en una base de datos.

Las piezas por ciclo son las piezas que produce la máquina por cada ciclo, ya que hay máquinas que solamente producen una pieza por ciclo o en el otro caso hay máquinas que producen dos o más piezas por cada ciclo de operación.

El renglón de número de máquinas se muestra cuantas máquinas se utilizan en cada operación para la producción de las partes, este número de máquinas varia de operación a operación según sea el tiempo de ciclo y piezas por ciclo.

En seguida se muestra la disponibilidad de maquinaria, la cual se calcula dividiendo el tiempo real de operación (tiempo planeado de de producción menos los paros no programados) entre el tiempo disponible de operación.

$$Disp.Maq. = \frac{Tiempo\ Real\ De\ Operacion}{Tiempo\ Diapponible\ De\ Operacion}$$

Formula 5.1 Disponibilidad de Máquina

Capítulo V. Análisis del Mapa de la Cadena de Valor Actual

En la parte inferior del VSM se presenta para cada operación más información y que es de gran utilidad para observar los desperdicios que se tienen.

Aquí se muestra las piezas que se tienen en inventario para cada operación, este inventario se obtiene del diagrama de flujo y que inicialmente se colocó un número estimado de piezas de banco en base a la experiencia de líneas similares. Con estas piezas de inventario se calcula los días de inventario que representan estas piezas, en este caso se divide el número de piezas de inventario entre la producción diaria requerida por el cliente actualmente.

El siguiente renglón es el tiempo de ciclo de capacidad para cada operación, este se obtiene de dividir el tiempo de ciclo estándar (en segundos) entre el número de máquinas que se tienen disponibles para la operación.

Con este tiempo de ciclo de capacidad se obtienen el número de piezas que se pueden producir en cada operación por día. Esto se calcula de la siguiente manera:

$$Piezas\ por\ dia = \left[\left(\frac{3600}{Tiempo\ Ciclo\ Capacidad} \right) \times Hrs\ disponibles\ Trabajo \right] \times .85$$

Formula 5.2 Producción Diaria

La razón del 0.85 se refiere a que es la eficiencia esperada para cada una de las operaciones.

Por último lo que se calcula es el número de operadores por turno que se requiere para cada operación y que se obtiene de dividir el tiempo de ciclo de capacidad entre el Takt Time.

Observando los resultados obtenidos del *Mapa de Valor Actual* se puede observar que se requieren 7 operadores para atender la línea de producción. De los cuales solamente la operación 75 requiere un operador completo y que implica tenerlo dedicado el cien por ciento del tiempo a esta máquina.

Capítulo V. Análisis del Mapa de la Cadena de Valor Actual

La disponibilidad de máquina en general esta en general alrededor del 90% a excepción de las máquinas rectificadoras que tienen los valores mas bajos, desde el 76% hasta el 92%. Pero por contar con cinco máquinas las piezas que producen en conjunto son suficientes para cubrir la demanda del cliente, pero si es importante tomar en cuenta ya que esta dando una gran información sobre la máquina que tiene más problemas y por esta razón se debe analizar las fallas que ha tenido y hacer un plan de acción.

Para el caso de la línea de árboles de levas existe un medidor de desperdicio y que tienen un porcentaje de desperdicio aceptado, es decir, de la producción total se tiene como meta el producir como máximo un 3% de desperdicio total. Y en este punto se observa que la operación 75 tiene un 11.75% de desperdicio, para la operación 140 un 29.85% y para la operación 160 un 17.06%. Cabe señalar que este desperdicio es monitoreado internamente y no es desperdicio que es rechazado en la planta del cliente.

Esta información que muestra de desperdicio el *Mapa de Valor Actual* es de gran utilidad para ver rápidamente que operaciones son las que están produciendo piezas malas, a su vez da pauta a que el equipo multidisciplinario se reúna y realice un análisis a fondo de las características que están siendo reportadas fuera de especificación. Con esto se detecta de manera rápida la causa principal de desperdicio y poder realizar un plan de acciones para su solución.

En primer lugar se observa que la operación 75 con un 11.75% de desperdicio, y para estas piezas malas se tiene una causa raíz específica del porque se producen piezas fuera de especificación. Esto sucede al momento de realizar un cambio de herramienta y durante el proceso de ajuste de la máquina se utilizan piezas buenas de producción para realizar la puesta en marcha de las máquinas.

Respecto a la operación 140 y que tiene un alto índice de desperdicio, es importante señalar que esta operación es una máquina que inspecciona las piezas. Por lo que el desperdicio que se tiene reportado no es producido en esta operación, sino que es un

Capítulo V. Análisis del Mapa de la Cadena de Valor Actual

filtro y las piezas malas que se detectan provienen las operaciones anteriores. Con el objetivo de determinar cuales son las características que se detectan fuera de especificación, se lleva un estudio de las mismas y se separan según la operación que las produjo.

En el caso de la operación 160 la característica con un alto índice de incidencias son los golpes en partes maquinadas, y estos son detectados hasta el final de la línea. Que es donde el operador de la inspección final los detecta, sin embargo estos golpes son producidos a lo largo de la línea y ya cuando se detectan en esta operación es muy tarde para reaccionar. En ocasiones se presenta un patrón de un mismo golpe en cierta área del árbol de levas y después de su análisis se detecta que esta siendo producido en cierta operación pero ya cuando se reacciona es muy tarde y hay una gran cantidad de piezas a través de la línea de producción.

Esto nos lleva al siguiente desperdicio que se tiene y este es de inventario, y este exceso de inventario se presenta principalmente de la operación 70 a la 100. En estas operaciones se observa primeramente que la operación 70 tiene un tiempo de ciclo rápido y que es capaz de producir las piezas necesarias para las siguientes dos máquinas y todavía hacer un inventario grande de piezas. Sin embargo este inventario no es necesario y tampoco es el óptimo, recordando que estos inventarios fueron establecidos basándose en líneas de producción similares.

VI. CONCLUSIONES

1. Introducción

Como se observó en el desarrollo de esta tesis se planteo la implementación de la Manufactura Esbelta en una línea de producción de árboles de levas, bajo el esquema de que la empresa bajo estudio ya cuenta con un programa de Manufactura Esbelta. Donde se tienen las bases del mismo, sin embargo a lo largo de su vida de este programa no se ha logrado el contar con una cultura de trabajo que logré establecer un sistema que no dependa de una persona.

2. Trabajo Mejora a VSM Actual

2.1. Desperdicio por Operación

Desperdicio operación 75 – Generado de Engrane

Para el caso de esta operación se detecto que la causa principal de desperdicio es el ajuste de la máquina. Esto sucede cuando se requiere cambiar la herramienta (conocida como cortador) cada cierto numero de piezas y que es la vida estimada del cortador. Una vez que se cambio el cortador este debe ajustarse, ya que las herramientas no son iguales.

Para entender mejor esto hay que explicar que características maquina el cortador, en este caso son el diámetro de profundidad de corte del engrane, la envolvente o forma del diente, la lead o perfil de la cara de empuje del diente y el run out o alineación. El cortador que se usa en la máquina puede ser nuevo o reafilado (ver figura 6.1), en ambos casos lo que se requiere es conocer el diámetro exterior de los dientes del engrane, ya que este dato se requiere para ser introducido en la máquina y esta en forma automática realiza cálculos para avanzar la herramienta a la posición adecuada.

Para el caso de los cortadores nuevos es sencillo el obtener este dato de diámetro, ya que el proveedor de esta herramienta envía un reporte de calidad de cada uno de los cortadores que fabrica. En este reporte se muestran varias características que inspecciona el proveedor al cortador y entre ellas viene el diámetro del cortador.

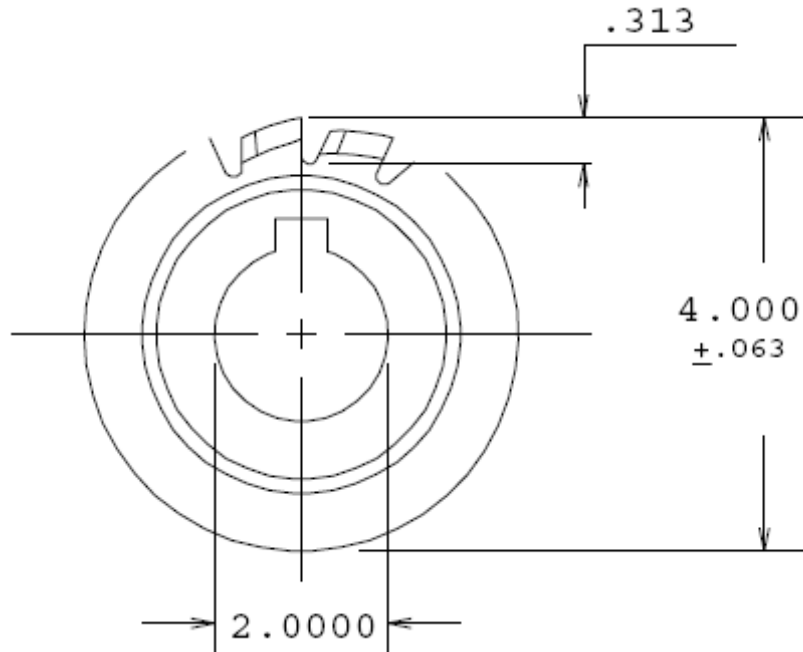


Figura 6.1 Dibujo de cortador operación 75

Una vez que se tiene el diámetro del cortador este es anotado y antes de ser introducido a la máquina se le debe restar 0.300mm al valor, esto es debido a un estudio que se realizó al arranque de las máquinas. Teóricamente al introducir el diámetro del cortador a la máquina, esta debería de hacer cálculos y avanzar cierta cantidad y así cortar la cantidad exacta de material sobre la pieza. Sin embargo esto no sucedía al primer intento y debía de hacerse otro ajuste, para evitar esto se realizó un estudio de diez cambios de cortador en ambas máquinas y después de obtener un promedio de estos datos se llegó a la conclusión que cuando se introducía un cortador nuevo este debía de ajustarse 0.300mm hacia negativo y así fabricar piezas buenas al primer intento.

Para el caso de los cortadores reafilados la situación fue algo similar, pero el mayor problema fue que estos cortadores al ser reafilados el proveedor que realizaba el reafilado no enviaba el reporte de calidad y por ende se desconocía el diámetro del cortador.

Al principio lo que se realizaba era medir el cortador con un vernier, sin embargo esta medición no era muy precisa y ocasionaba el fabricar piezas malas. Buscando una solución para esto en planta se utilizó un calibrador electrónico y que se utiliza para medir alturas y diámetros de herramientas de corte. Lo que se realizó fue utilizar un adaptador para poderlo meter en este calibrador el cortador y así poder medirlo con más exactitud (ver figura 6.2).



Figura 6.2 Medición de cortador en calibrador electrónico

Con esta medida del diámetro y siendo más precisa el ajuste se hizo de manera normal y se disminuyó la generación de piezas malas. Además de esto se le pidió al proveedor de cortadores reafilados que enviara el reporte de calidad y así obtener una medición más precisa de la herramienta.

Para tener una medición monetaria de esto se obtiene que se tuviera una pérdida como mínimo \$4,389 dólares mensuales. Esto se obtiene de que la producción

actual es de 1650 piezas y la vida del cortador en promedio es de 300 piezas, lo que da 5.5 cortadores que se requieren en forma diaria. Este número de cortadores representan las piezas que se necesitan para ajuste y asumiendo que antes de estas mejoras se estaban tirando el mismo numero de piezas como mínimo es que se llega a este ahorro por piezas mal maquinadas.

Desperdicio operación 140 – Inspección de perfil

Como se mencionó en el capítulo anterior esta máquina es utilizada para una inspección de diferentes características, por lo que las piezas que se detectan fuera de especificación en esta operación fueron fabricadas por operaciones posteriores.

Para tener un mejor panorama de que características se detectan fuera de especificación se lleva un estudio de cuales tienen una mayor incidencia, además de separarlas por la operación que las produjo originalmente y así poder analizar de mejor manera la información obtenida. A continuación se muestra en la figura 6.3 un pareto de las características encontradas fuera de especificación en la operación 140.

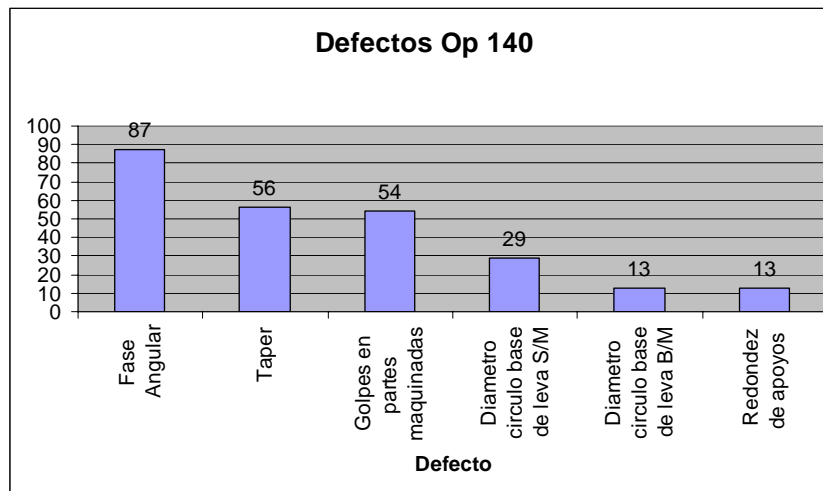


Figura 6.3 Pareto de características fuera de especificación operación 140

Como se puede observar la característica con mayor incidencia es el ángulo de levas fuera de especificación, el cual es maquinado en la operación 80 – rectificando de levas. Esta operación la conforman cinco máquinas y para tener una

rastreabilidad de cual máquina produjo que pieza, esta es marcada en el interior del barreno central frontal de la pieza con un color ya asignado a cada máquina.

Con esto se puede determinar que máquina esta produciendo más piezas malas y así enfocarse sobre una máquina en específico. Pero al final las acciones que se tomen se deben de llevar a cabo para las cinco máquinas, por ser iguales en su herramienta.

Para el caso del ángulo fuera de especificación se hizo un análisis del herramienta que se utiliza para sujetar y orientar la parte. Se tomó la máquina que tenía mas incidencias, detectándose que el perno orientador estaba dañado y esto ocasionaba las partes fuera de ángulo (ver figura 6.4).

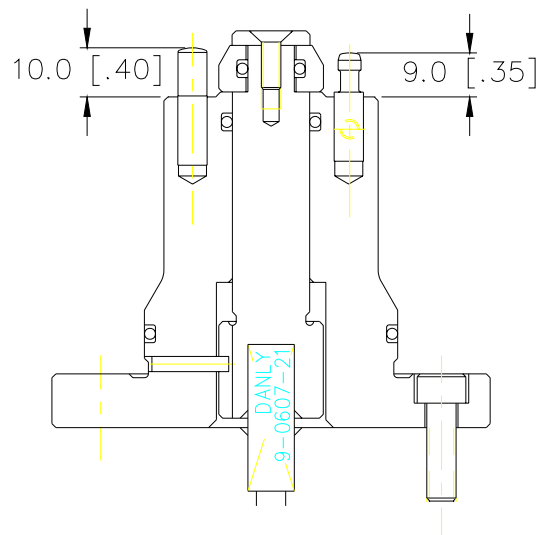


Figura 6.4 Orientador de pieza operación 80

La forma en que funciona este orientador es la siguiente: la máquina tiene un cargador que deja la pieza dentro de la máquina, avanza un contrapunto y arrastra a la pieza, en este momento el cabezal trata de localizar cuatro barrenos que tiene la pieza. Esto se hace mediante un arrastrador que tiene cuatro pernos y que deben de ensamblar con los barrenos de la parte, cuando los pernos entran en los barrenos la máquina busca una leva de referencia y así manda una señal de inicio de ciclo.

De estos cuatro pernos hay uno que sirve de referencia para el ángulo, los otros tres solamente son de arrastre. Sin embargo, cuando el perno de referencia está dañado o quebrado la máquina no lo detecta porque los otros pernos entran en los barrenos y mandan la señal de inicio de ciclo.

Después de buscar como prevenir esto se tuvieron varias ideas por parte del equipo multidisciplinario, una de ellas era colocar un sensor para la ruptura del perno y que sería la más ideal y que pararía la máquina de forma automática. Sin embargo, el espacio con el que se cuenta es muy reducido para poder instalar un sensor.

Hubo dos ideas que fueron las que fueron más viables: la primera fue establecer una vida para el perno orientador y así evitar esperar hasta su ruptura, y la otra un mantenimiento preventivo al arrastrador. Estas dos ideas se pueden realizar al mismo tiempo, ya que el reemplazar el perno orientador implica que se tenga que detener la máquina y retirar por completo el arrastrador del cabezal.

Como implica un tiempo de una hora el paro de la máquina se estableció realizar este mantenimiento preventivo en domingo, que es cuando la línea está fuera de operación. Lo que se hace es retirar el arrastrador y hacerle una limpieza de cada una de sus partes, reemplazar aquellas piezas desgastadas como es el caso del perno de arrastre, un resorte y sellos. También se dejan los pernos a una altura específica para así no tener problemas al momento de su operación.

Todos estos pasos se establecieron en un plan de mantenimiento a herramental para esta operación, la cual se realiza una vez por mes en cada máquina y es realizada por el ajustador de la línea. Para tener un procedimiento establecido se generó una instrucción de trabajo para mantenimiento al herramental y que fue entregada al ajustador, el cual fue capacitado previamente para su realización (ver anexo 5). El costo por el desperdicio generado por este defecto es de \$2,166 dólares mensuales.

La siguiente característica con mayor incidencia en el desperdicio de la operación 140 es el taper de levas, la cual es una medición de los puntos extremos en cada una de las levas y se obtiene una inclinación de los puntos medidos, esta característica no debe de exceder de +/- 0.005mm.

Para el caso de esta característica es una combinación de operaciones, ya que en primer lugar el taper es generado en la operación 80 – rectificado de levas, y después es modificado en la siguiente operación 90 – tratamiento térmico de levas. Lo que sucede es que la rectificadora de levas en primer lugar usa una rueda para el rectificado de la parte, la cual esta totalmente plana y al momento de medir la parte se obtiene una pieza cercana a un valor de cero en taper.

Sin embargo, al entrar a la operación de tratamiento térmico de levas lo que sucede es una deformación del material, propia del endurecimiento de la leva, y este taper que originalmente era cero se modifica hacia positivo o negativo. Es aquí donde empieza el análisis y ajuste de las máquinas, ya que primero se debe de establecer hacia donde hay que ajustar las rectificadoras de leva, ya sea con un taper positivo o negativo y además la cantidad. En seguida se debe de medir la deformación de las máquinas de tratamiento térmico, y establecer cuanto y en que sentido están modificando las característica de taper original.

Cuando las máquinas fueron probadas por primera vez en las plantas de los proveedores no se estableció estos parámetros, ya que en cada una de ellas se dedican a la fabricación de sus máquinas. Es decir, el proveedor de rectificadoras de levas no tiene una máquina de tratamiento térmico y a su vez, la compañía que hace las templadoras no tiene una rectificadora de levas además de contar con el calibrador que mide el taper y que es especial.

Es por esto que estos estudios se realizan una vez instaladas las máquinas, además de que no se pueden establecer parámetros basándose en otras líneas ya que las

máquinas de tratamiento térmico no son iguales en su potencia, forma del inductor o material a inducir.

Para el caso de la línea bajo estudio inicialmente lo que se hizo fue el correr un lote de treinta piezas en una rectificadora, con un taper de cero. En seguida se utilizó una de las templadoras con los parámetros ya establecidos por el proveedor y se trataron térmicamente las treinta piezas, que en este caso la máquina cuenta con dos husillos por lo que fueron 15 piezas por husillo.

Después las piezas fueron medidas en la operación 140 y se obtuvieron mediciones de taper de cada una de las levas, a continuación lo que se realizó fue capturar cada uno de los datos por leva y así obtener un promedio de que cantidad es la que se estaba deformando en el tratamiento térmico y en que sentido. En base a esta información, se estableció si era necesario ajustar la rectificadora de levas, es decir, el generarle un perfil a la rueda con cierto taper y en un sentido específico. De esta manera al momento de ser tratadas térmicamente las levas la deformación que sufren es compensada por la forma que ya se le hizo en la operación previa.

Este estudio se realizó para cada una de las rectificadoras y en la otra templadora para evaluar si estos parámetros aplicaban de igual manera, llegándose a la conclusión que ambas templadoras deformaban a la leva en una manera similar y se obtuvo un parámetro de ajuste de taper para las rectificadoras de levas. Este ajuste de taper se estableció en la instrucción de trabajo para ajuste de las rectificadoras (ver anexo 7). El concepto de gasto por este defecto es de \$1,394 dólares mensuales.

Desperdicio operación 160 – Inspección final

Para el caso de las piezas malas producidas en la operación 160 se tienen varios defectos: piezas golpeadas, piezas con filtro mal ensamblado, piezas con baja dureza, piezas con marca láser defectuosa.

La causa principal de desperdicio en esta operación son los golpes en partes maquinadas, estos golpes son rechazados ya que cualquier material levantado sobre las superficies de contacto ocasiona un desgaste prematuro del árbol de levas o del motor. Existe una especificación para aceptación de golpes según el área donde se localicen, tanto en número de imperfecciones así como en tamaño de área permitida.

La forma para determinar en que operación se están generando los golpes es mediante un análisis de las piezas encontradas y las zonas de mayor incidencia. Además de esto se evaluó el manejo de material de la pieza a través de las diferentes operaciones, encontrándose que en aquellas operaciones donde el operador tiene que manipular la pieza son donde se tienen un alto número de incidentes por golpes.

Lo que se realizó en primer lugar fue hacer un listado de las partes por máquina donde la pieza pueda dañarse y se evaluó si las piezas que eran de metal se podían reemplazar por partes de plástico o en su defecto plastificar la pieza que hace contacto con el árbol de levas.

Después de este análisis se procedió a modificar las piezas de metal, ya sea sustituyéndolas por partes de plástico o mediante el plastificado (ver figura 6.5). Con esto se eliminaron golpes causados por piezas metálicas de las máquinas en partes maquinadas del árbol de levas. Como las piezas de plástico tienen un mayor desgaste se estableció un plan de mantenimiento, donde se indica la frecuencia de cambio de estas partes plásticas. El costo por piezas que se tiran por golpes es de \$24,042 dólares mensuales.

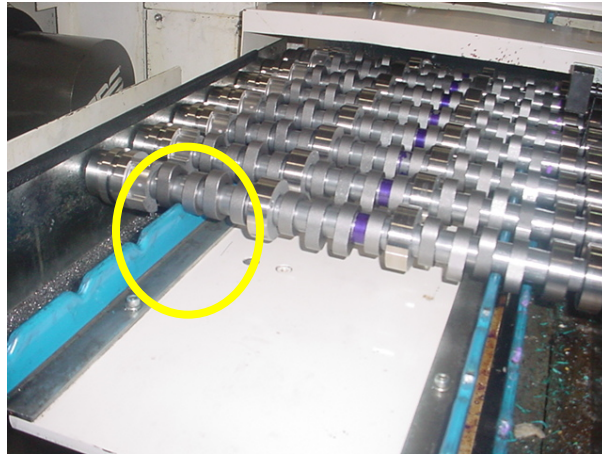


Figura 6.5 Ejemplos de piezas de plástico para disminuir golpes

Para el caso de las piezas con filtro mal ensamblado (ver figura 6.6) se estuvo monitoreando la operación de inserción de filtro, ya que se pudo observar que los eventos de este defecto eran mayores en algunos días. Después de rastrear la falla reportada al departamento de mantenimiento se pudo determinar que la causa raíz era una desalineación en el insertador de filtros, ocasionada por la falta de reapriete de tornillería.



Figura 6.6 Filtro mal ensamblado

Con tal de evitar esta reincidencia se estableció un mantenimiento preventivo semanal de reapriete de tornillería y alineación del insertador, así como un mantenimiento a todo el sistema en general de la máquina insertadora de filtro. Con esto se busca eliminar el número de casos de filtro mal ensamblado y sobre todo el disminuir costos, ya que la pieza que fue rechazada por filtro mal ensamblado no es tirada porque se reincorpora a la línea. Pero el filtro que fue

dañado se tira y tiene un costo de \$0.41 dólares por pieza, teniendo en promedio un gasto de \$102.5 dólares mensuales por filtros mal ensamblados.

La mejora significativa en esta operación es el tiempo de disponibilidad de máquina debido a paros por ajustes a la maquinaria. Revisando el *Mapa de Valor* se observa un 90% de disponibilidad de maquinaria y esta operación es el cuello de botella de la línea de producción, además de no tener la capacidad para producir las piezas requeridas por el cliente. Con esta mejora se espera tener la máquina al 95% de disponibilidad.

Un ultimo defecto, y que ya fue una queja formal por parte del cliente, son las piezas con marca láser defectuosa. En el caso de la queja recibida por el cliente fue una doble marca láser (ver figura 6.7) y que la cámara que tienen en la línea de ensamble no leyó de forma adecuada, por lo que el árbol de levas no fue ensamblado.



Figura 6.7 Doble marca láser

Para el caso de esta queja formal lo que se realizó fue un 8 d's para el análisis y solución de problemas. En el cual se reunió el equipo multidisciplinario y se analizó las diferentes causas probables de esta falla, encontrándose que el manejo de material y las fallas de la máquina láser son las causas principales.

Para el punto de manejo de material esto sucede con las piezas que llegan a la inspección final y que el operador toma, al momento de estar inspeccionando la

parte detecta algún golpe y segrega la pieza para su retrabajo, cabe señalar que estas piezas ya fueron marcadas previamente.

El procedimiento de retrabajo es el siguiente: el auditor de calidad toma las partes y las lleva al área de retrabajo, el operador encargado realizar el proceso de retrabajo de golpes según el defecto que viene marcado y retornar las piezas al auditor. Este último retorna las piezas a la operación de lavado de parte, ya que es necesario eliminar cualquier residuo de material extraño. En seguida la parte continua su flujo normal, pero al llegar a la máquina de inserción de filtro en la estación de marcado láser pues la máquina no ve si esta marcada o no por lo que vuelve a marcar la pieza, la siguiente estación es una cámara que lee la marca láser y que acepta o rechaza la pieza marcada. En ocasiones la doble marca es aceptada por la cámara, ya que quedan casi en la misma posición.

Para evitar esto se propone el colocar una cámara extra en la máquina insertadora de filtro, en una estación previa y que lea si la parte ya fue marcada o no. De encontrarse que ya esta marcada entonces la máquina recibe una señal indicando que la parte que entre a la siguiente estación, que es marcado láser no debe ser marcada y así evitar la doble marca.

Esta cámara de visión tiene un costo de \$4,000 dólares los cuales no se verían como un gasto, ya que al presentarse esta queja con el cliente lo que ocasionó fue el implementar una inspección extra al final de la línea y al cien por ciento de las piezas. Esto implica el tener una persona de una compañía externa durante un mínimo de 30 días hábiles, lo cual tiene un costo de \$6,975 dólares por los treinta días, además de entrar en una fase de retención de nuevos negocios con el cliente y una pérdida de imagen ante él.

Para el caso de las fallas de la máquina de inserción, lo que sucede en ocasiones es que la máquina falla y para reestablecerla se borran algunas memorias o se apaga la máquina. Esto ocasiona que la máquina pierda el status de cada parte que lleva en su transportador, para el caso específico de la estación de marcado lo que

sucede es que la pieza que ya fue marcada permanece en la misma posición pero cuando sucede alguna falla y se borra la memoria de la máquina, entonces para la máquina esta pieza no está marcada por lo que al reiniciar el ciclo se vuelve a marcar.

Para evitar esto se realizó un cambio en la máquina colocando una memoria no volátil, es decir, se agregaron contadores que guarda la máquina sin importar si se apaga la máquina o se resetea la memoria.

2.2 Exceso de Inventario

Como se puede observar en el *Mapa de Valor Actual* los inventarios mayores entre operaciones se encuentran de la operación 70 a la 100. La razón de este inventario permitido se da porque al momento de conceptualizar la línea y establecer los bancos de inventario permitidos entre operación se utilizó información de una línea similar, donde se tienen inventarios de este nivel.

Esto solo sirvió como punto de partida, pero ya con algunos meses de funcionamiento se llegó a un punto donde se tienen una mayor cantidad de información disponible sobre el desempeño de cada una de las operaciones. En el caso de la línea de árboles que se tomó como base la disponibilidad de algunas máquinas es muy baja, por lo que se permiten bancos de inventario con una cantidad considerable de piezas para mantenerla operando y absorber los paros de la maquinaria.

Para el caso de la línea de árbol de levas bajo estudio la disponibilidad de máquina es muy alto (en promedio de 90%), por lo que el tener una cantidad grande de inventario no es necesaria. Para el caso de las operaciones 70 a 100, la operación que marca el ritmo de producción es la operación 80 que es la más lenta, teniendo una producción de 130 piezas por hora al 100% de eficiencia.

Para la operación 70 su capacidad de producción es de 146 piezas por hora, 16 piezas mas que la operación 80 (cuello de botella) por lo que no se requiere tener un inventario de 80 piezas. Y tampoco para el caso de la operación 75 se necesita un banco de 100 piezas, combinados ambos inventarios son cerca de hora y media de producción, además de generar un problema mayor por manejo de material y principalmente en golpes.

Lo que se esta proponiendo es un banco de 16 piezas entre operación 70 a 75, y otro igual de operación 75 a 80. Esto es por el exceso de capacidad que tiene la operación 70 y que es suficiente para mantener corriendo las siguientes operaciones, sobre todo las operaciones 80. Con esto se tiene una reducción de \$6,009 dólares por inventario en proceso.

Estas máquinas tienen un cargador con capacidad de diez piezas de entrada y diez de salida, el ritmo de producción de estas máquinas es tal que cuando se parte de todos los cargadores vacíos y se esta terminando de llenar el cargador de la quinta máquina, la primera máquina esta terminando de rectificar la ultima pieza por lo que el operador viene con un carrito que tiene capacidad para diez piezas. Por lo que son diez piezas que deja en la máquina y toma diez para pasar a la siguiente operación.

3. Implementación

Lo que se planteó en esta tesis fue el dar un panorama de lo que se realiza actualmente en la empresa, así como los procedimientos que se tienen y sobre todo el uso de los mismos. Enfocados al análisis del programa de Manufactura Esbelta y en específico del uso del *Mapa de Valor*, al cual no se le da la importancia que merece pero sobre todo el saber interpretar la información que se despliega en él. Donde esta herramienta concentra toda una serie de indicadores del desempeño de la línea de producción bajo estudio, los cuales son el punto de partida para la generación de planes de acción. Teniendo como punto de partida el trabajo en equipo de los diferentes departamentos, los cuales son los responsables directos de los cambios.

En este punto de la gente se planteó el lograr el compromiso de la misma hacia la empresa, pero no solo a través de los tradicionales sistemas de motivación de incentivos monetarios sino mediante la capacitación continua y sobre todo el darles el sentido de pertenencia hacia la empresa. Darles la confianza y las herramientas para lograr un cambio a nivel personal y profesional, donde su trabajo se vea reconocido y dado a conocer a la gente con la que laboran. Con esto se logra una motivación y compromiso de trabajo, además de lograr establecer un sistema que funcione por sí mismo y no por obligación. El objetivo final es lograr cambiar el paradigma de que solamente los mandos medios son los encargados de solucionar los problemas, al contrario, es darle a la gente el ser partícipes de la solución de problemas y mejoras, que tenga voz y voto en las decisiones de su área de trabajo.

4. Mejoras realizadas

En la empresa bajo estudio ya se contaba con una *Mapa de Valor*, sin embargo la información que se mostraba no era tomada en cuenta por el equipo multidisciplinario para la generación de planes de mejora. A partir de esto se generó un nuevo *Mapa de Valor Actual* agregando más campos de información pero sobre todo se realizó un análisis de la información que mostraba el mismo y se dio una capacitación al equipo Multidisciplinario para su entendimiento a fondo y la interpretación de la información que se muestra en el *Mapa de Valor*.

A raíz de este nuevo *Mapa de Valor* y del análisis realizado, se generaron planes de acción para la reducción de desperdicios. Los cuales se enfocaron principalmente en la disminución de piezas defectuosas producidas y el inventario en exceso. Para los casos de reducción de piezas defectuosas se mostró el defecto encontrado y un análisis de las causas que generaban el desperdicio, generando un plan de acción y sobre todo se logró llevar a cabo la implementación de la mayoría de las acciones establecidas. Esto no solamente se vio reflejado en una disminución de piezas defectuosas sino que también se cuantificó en dinero ahorrado por mes, con esto se tiene una métrica de mayor peso para cuantificar las acciones tomadas. Aquí cabe

resaltar que las acciones tomadas en su mayoría no implicaron una inversión de dinero alto, donde en algunos casos no requirió ninguna inversión monetaria, solamente el realizar análisis de los problemas encontrados y este análisis fue realizado por el equipo Multidisciplinario.

Este trabajo en equipo permitió que las ideas generadas se aplicaran rápidamente y no existiera una resistencia de alguna de las partes, fue el escuchar cada punto de vista sin importar lo sencillo o complicado que fuera la idea propuesta. También en las acciones tomadas cabe recalcar que se generaron procedimientos para la realización de las mismas y que se ingresaron al sistema de procedimientos que se usan en la línea bajo estudio y que cualquier persona tiene acceso.

En la parte de inventarios lo que se analizó fue el desperdicio por exceso de piezas entre operaciones, el cual como se mencionó en el presente trabajo fue establecido basándose en la experiencia con otras líneas de productos similares de árboles de levas, ya que la línea bajo estudio apenas inicio operaciones a inicios de este año (2006). Pero una vez que se obtuvo información del desempeño de trabajo de la línea bajo estudio fue posible modificar estos bancos, logrando disminuirlos. Esto no fue fácil de lograr ya que la gente se acostumbró a tener un inventario excesivo de partes, pero explicándole a la gente el motivo de la reducción de inventarios y sobre todo el que se cuenta con maquinaria que es capaz de producir piezas en el tiempo requerido se logró esta mejora. Lo anterior se resume en las siguientes tablas de resultados cuantificables de las mejoras realizadas:

Problema	Causa Raíz	Solución Propuesta	Acciones en el Sistema	Ahorro Mensual
Partes defectuosas por diámetro de engrane	Ajuste de máquina durante cambio de herramienta por fin de vida útil	Análisis de ajuste de cambio de cortador, introduciendo valor de diámetro medido e inspeccionar pieza, a partir de este estudio se obtuvo un valor promedio para realizar el ajuste, además de capacitar al personal de la operación.	Instrucción de trabajo de ajuste	\$4,389

Tabla 6.1 Resultado mejora operación 75

Capítulo VI. Conclusiones

Problema	Causa Raíz	Solución Propuesta	Acciones en el Sistema	Ahorro Mensual
Fase angular de levas fuera de especificación.	Perno orientador dañado.	Establecer una vida de herramental para el perno orientador y así evitar esperar hasta su ruptura, y la otra un mantenimiento preventivo al arrastrador.	Instrucción de ajuste de herramental, rutina de mantenimiento preventivo a herramental en base mensual.	\$2,166

Tabla 6.2 Resultado mejora operación 140-Fase Angular

Problema	Causa Raíz	Solución Propuesta	Acciones en el Sistema	Ahorro Mensual
Taper fuera de especificación	Ajuste de proceso por operación (rectificado de levas y templado de levas) debido a deformación de material al recibir un tratamiento térmico.	Estudio de piezas antes y después de tratamiento térmico para establecer parámetros de proceso.	Instrucción de ajuste de maquina rectificadora , hoja de parámetros de proceso.	\$1,394

Tabla 6.3 Resultado mejora operación 140-Taper

Problema	Causa Raíz	Solución Propuesta	Acciones en el Sistema	Ahorro Mensual
Golpes en partes maquinadas	Piezas se golpean con partes metálicas de las maquinas.	Recubrir partes de metal o sustituir las piezas que sea posible, por partes de plástico.	Plan de mantenimiento y cambio de partes plastificadas debido a desgaste.	\$24,042

Tabla 6.4 Resultado mejora operación 160-Golpes en partes maquinadas

Capítulo VI. Conclusiones

Problema	Causa Raíz	Solución Propuesta	Acciones en el Sistema	Ahorro Mensual
Doble marca láser (queja formal de cliente)	Manejo de material y fallas de la máquina láser.	1. Instalación de cámara láser para lectura de matriz previa a estación de marcado. Costo de \$4,000 dólares. 2. Agregar contadores de memoria para la máquina sin importar si se apaga o se resetea la memoria.		\$6,975

Tabla 6.5 Resultado mejora operación 160-Doble marca láser

Problema	Causa Raíz	Solución Propuesta	Acciones en el Sistema	Ahorro Mensual
Desperdicio por inventario y posible generación de piezas defectuosas por golpes por manejo de material.	Los inventarios entre operaciones fueron establecidos en base a otras líneas de árboles de levas con niveles de inventario alto.	Una vez que se obtuvieron datos del desempeño de la línea se revisaron los niveles de inventario y se modificaron dichos bancos.		\$6,009

Inv. Anterior	Costo/Inv	Inv. Propuesto	Costo/Inv	Diferencia
80	\$ 1,905	16	\$ 381	\$ 1,524
100	\$ 2,452	16	\$ 388	\$ 2,064
80	\$ 1,992	16	\$ 398	\$ 1,594
15	\$ 373	16	\$ 398	\$ (25)
50	\$ 1,252	16	\$ 400	\$ 852
				\$ 6,009

Tabla 6.6 Resultado mejora exceso de inventario

5. Resultados

Esta tesis muestra como se pueden aplicar ideas simples y de bajo costo en la mejora de indicadores clave de cualquier empresa. Esto a través de la implementación de la Manufactura Esbelta, dando a conocer a la gente las herramientas que la conforman y que no requieren de un conocimiento técnico alto grado. Son herramientas sencillas, que cualquier gente entiende pero sobre todo fáciles de aplicar.

Para poder lograr esto en primer lugar es establecer las bases para implementar la Manufactura Esbelta, dando el entrenamiento al personal de la planta a todos los niveles y sobre todo el seguir detectando áreas de oportunidad en cuanto a capacitación. La única forma de lograr que un sistema funcione es lograr el compromiso de la gente y esto es través de la motivación, de lo contrario cualquier programa o sistema por más completo que sea no funcionara si la gente no cree en él.

Y para lograr esta motivación se requiere darle el poder a la gente para ser agentes de cambio, prepararlos continuamente en herramientas que los ayuden a solucionar problemas y ser líderes. No basta con tener personal con conocimientos técnicos amplios sino saben motivar a sus compañeros de trabajo, sino tienen la habilidad para transmitir sus conocimientos.

La Manufactura Esbelta es una metodología muy simple de entender y fácil de aplicar, pero sobre todo logra involucrar a toda la gente de una empresa. Que logrando el compromiso y motivación de la gente, permite mejoras tanto monetarias como de satisfacción personal y profesional.

6. Recomendaciones para investigaciones futuras

- Se propone crear un programa de aportación de ideas, el cual tendría como objetivo el recibir cualquier idea de parte de los operadores y estas propuestas serían evaluadas por el equipo Multidisciplinario en las juntas semanales.

- Otro proyecto que se está proponiendo es el de realizar una capacitación sobre liderazgo y motivación de personal para los mandos medios, sobre todo para la gente de producción quienes son los que tienen a su cargo al personal operativo. Si se quiere que el sistema funcione es necesario empezar con los jefes de personal, los cuales tienen que ser los promotores del cambio y de la cultura de trabajo.
- Un último programa que se plantea es el de agregar al listado de cursos de capacitación que recibe la gente a nivel operador, es el curso de solución de problemas. Este curso sería el que ya se cuenta en la empresa, que es la metodología de 8D's y que se sugiere capacitar a los operadores. Con esto se transmitiría una herramienta fácil y útil de aplicar para búsqueda de solución de problemas, pero sobre todo es el generar los grupos de trabajo en la línea de producción y que sean ellos mismos quienes tengan la iniciativa de generar sus planes de mejora.

Estos programas que se sugieren se explican en el anexo 8 como un punto de partida en caso de querer desarrollar alguno de los proyectos sugeridos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

James P. Womack and Daniel T. Jones “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation”. Free Press, New York, NY. 2003

Womack, James P., Jones, Daniel T. and Ross Daniel, “La Máquina que Cambio al Mundo” Mc Graw-Hill, Madrid, 1992.

Kunio Shirose “TPM para Mandos Medios De Fabricas”. Productivity Press. 1994

Ohno Taiichi "Toyota Prodoction System,Beyond Large-Scale Production". Productivity Press. 1988.

Ronald G. Askin and Jeffrey B. Goldberg “Design and Analysis of Lean Production Systems”. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY. 2002

Harold J. Steudel and Paul Desruelle “Manufacturing in the Nineties”. Van Nostrand Reinhold, New York, NY. 1992

León Eduardo "Metodología para la implementación de un sistema de manufactura esbelta bajo un enfoque de teoría de restricciones" Tesis ITESM Campus Monterrey. 2001.

Imai, Masaaki, “Kaizen:, the key to Japan's competitive success”, McGraw-Hill, New York ; London, 1986

Lean Manufacturing, Tompkins Associates Supply Chain Excellence

Jusko Hill, “A look at lean”, Industry Week, Cleveland, Diciembre 6 1990

Nakajima, Seiichi, “Introduction to TPM: total productive maintenance”, Cambridge, Productivity Press, 1988

Benjamin Niebel and Andris Freivalds, “Ingeniería industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo”, Alfaomega Grupo Editor, 2001

Tapping & Fabrizio, “Administración de la Cadena de Valor, 8 Pasos para Planear, Mapear y Sostener Mejoras en Manufactura Esbelta”, Productivity de México. 2002.

Liker, Jeffrey K; " The Toyota Way", Me Graw-Hill, Two Penn Plaza, New York, N.Y. ; E.U.A. , 2004.

Dennis, Pascal. "Lean Production Simplified". Productivity Press. New Yor, NY. USA. 2002.

PAGINAS WEB

Consultants Engineers Strategists “Just In Time, Toyota Production System & Lean Manufacturing”

http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm

Lucas Morea / Sinexi S.A. (1997)

<http://www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml>

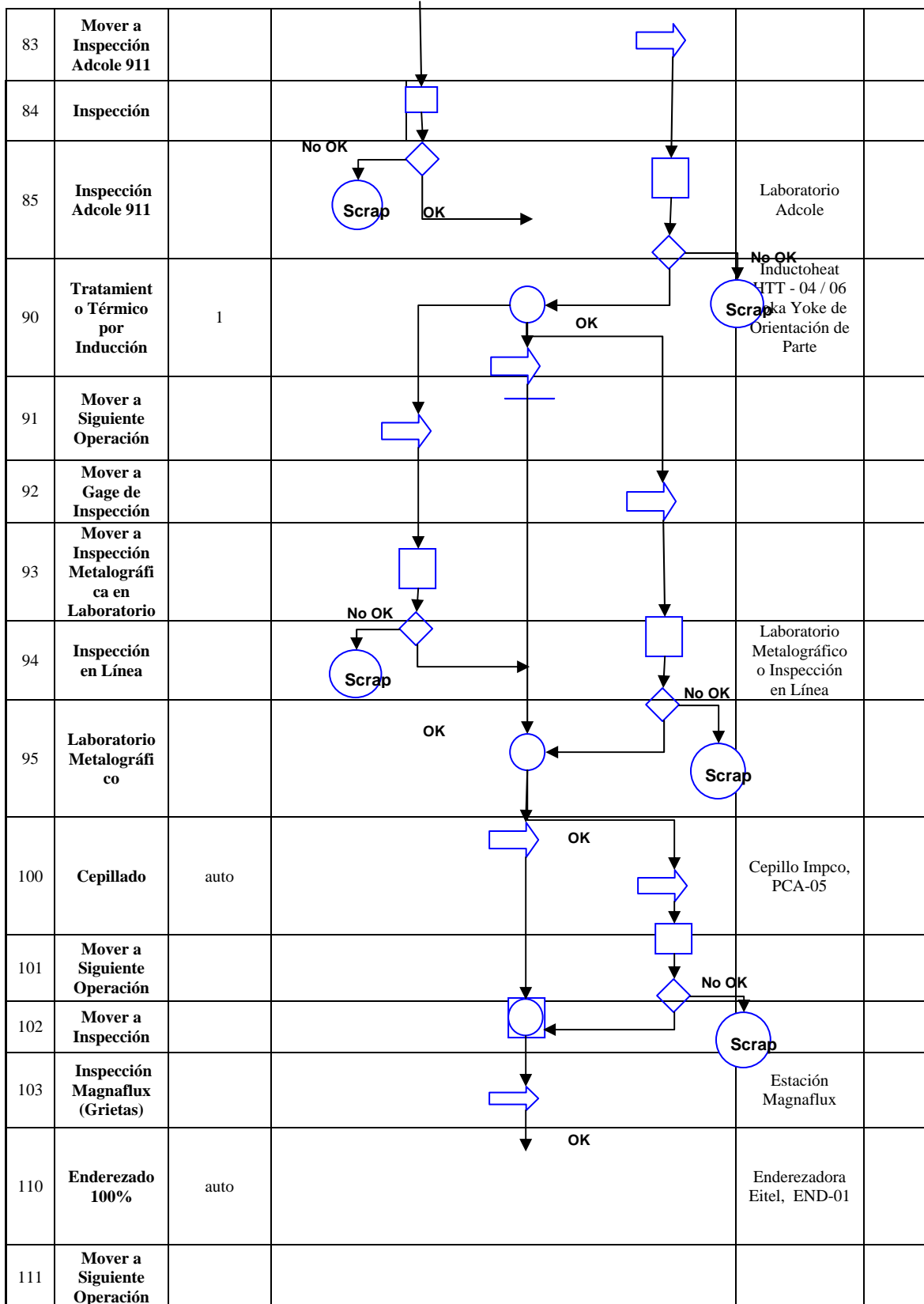
<http://www.educa.aragob.es/iespgaza/ecobachillerato/diccionario.htm>

Lucas Morea / Sinexi S.A. (1997)

<http://www.monografias.com/trabajos12/medtrab/medtrab2.shtml>

Anexo 1. Diagrama de flujo actual del proceso árbol de levas

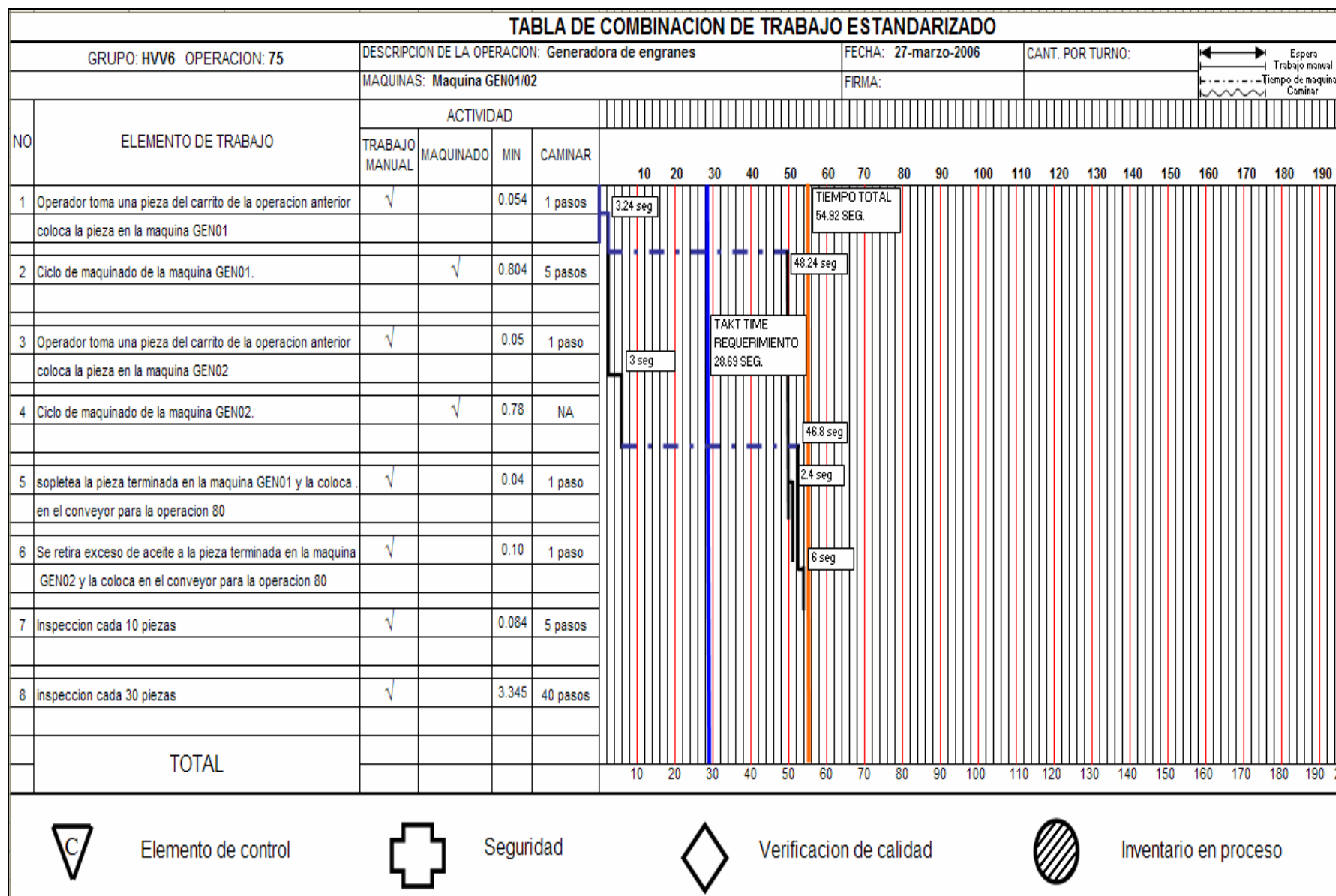
#	Proceso	Operadores Requeridos	Diagrama De Flujo	Máquinas	Banco
5	Recibo	1		Recepción en Almacén	
10	Inspección Recibo	2		Inspección Recibo	
11	Mover al almacén	1		Montacargas	
12	Kanban	1		Montacargas	
70	Rectificado de Apoyos y Piloto	1		Rectificadora Koyo KC-500, RSC-05 Poka Yoke de Orientación de Parte	
71	Mover a Siguiente Operación				
72	Mover a Gage de Inspección				
73	Inspección				
75	Generado de Engrane	1		Generadora de Engrane Gleason PHOENIX 125GH, GEN 01 / 02 Poka Yoke de Carga Correcta de Parte	
76	Mover a Siguiente Operación				
77	Mover a Gage de Inspección M&M				
78	Inspección			Gage Inspección M&M	
80	Rectificado de Levas	1		Rectificadora Landis LT1, RLC-13 / 14 / 15 / 16 / 17 Poka Yoke de Orientación de Parte	
81	Mover a Siguiente Operación				
82	Mover a Gage de Inspección				

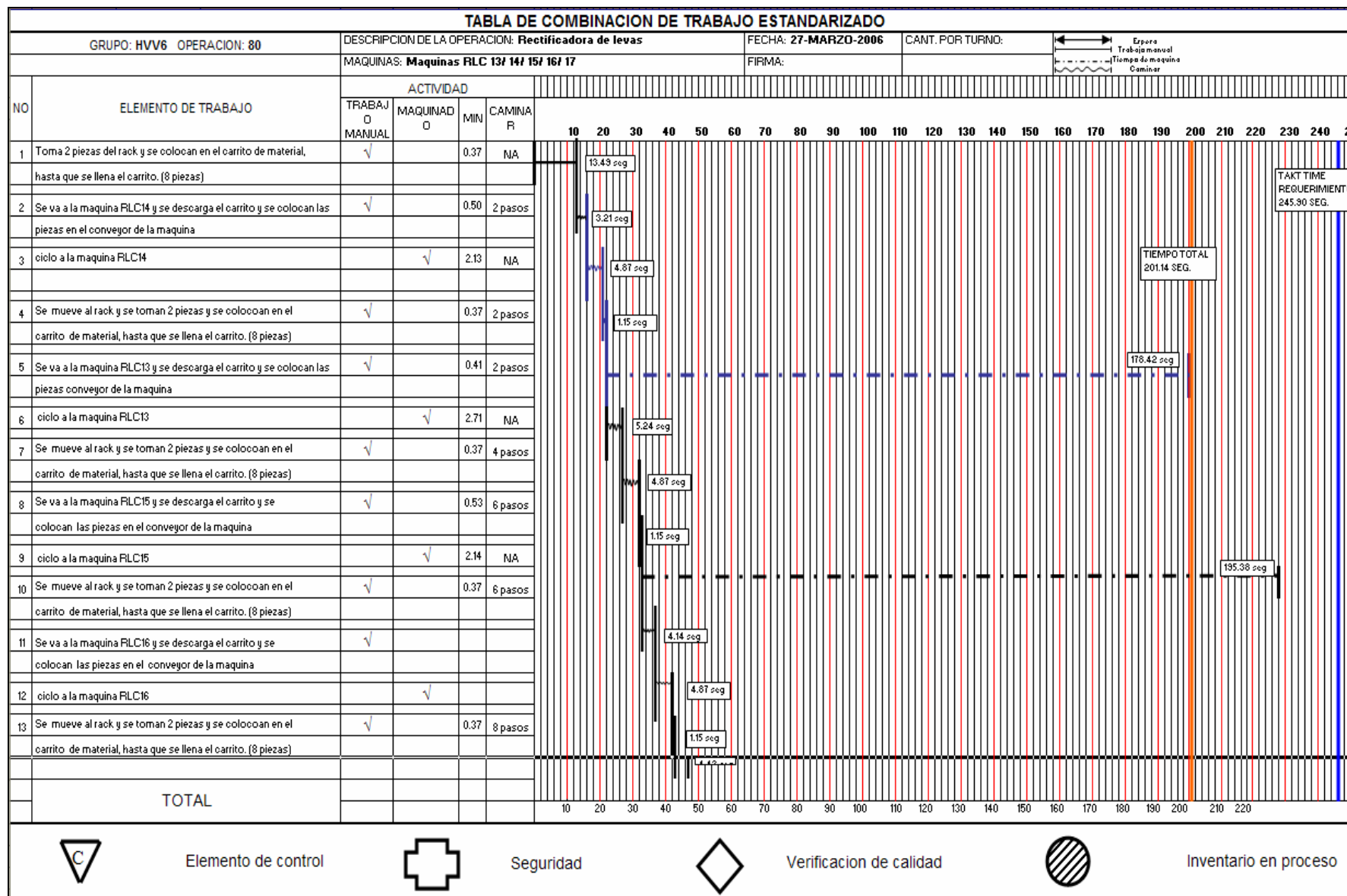


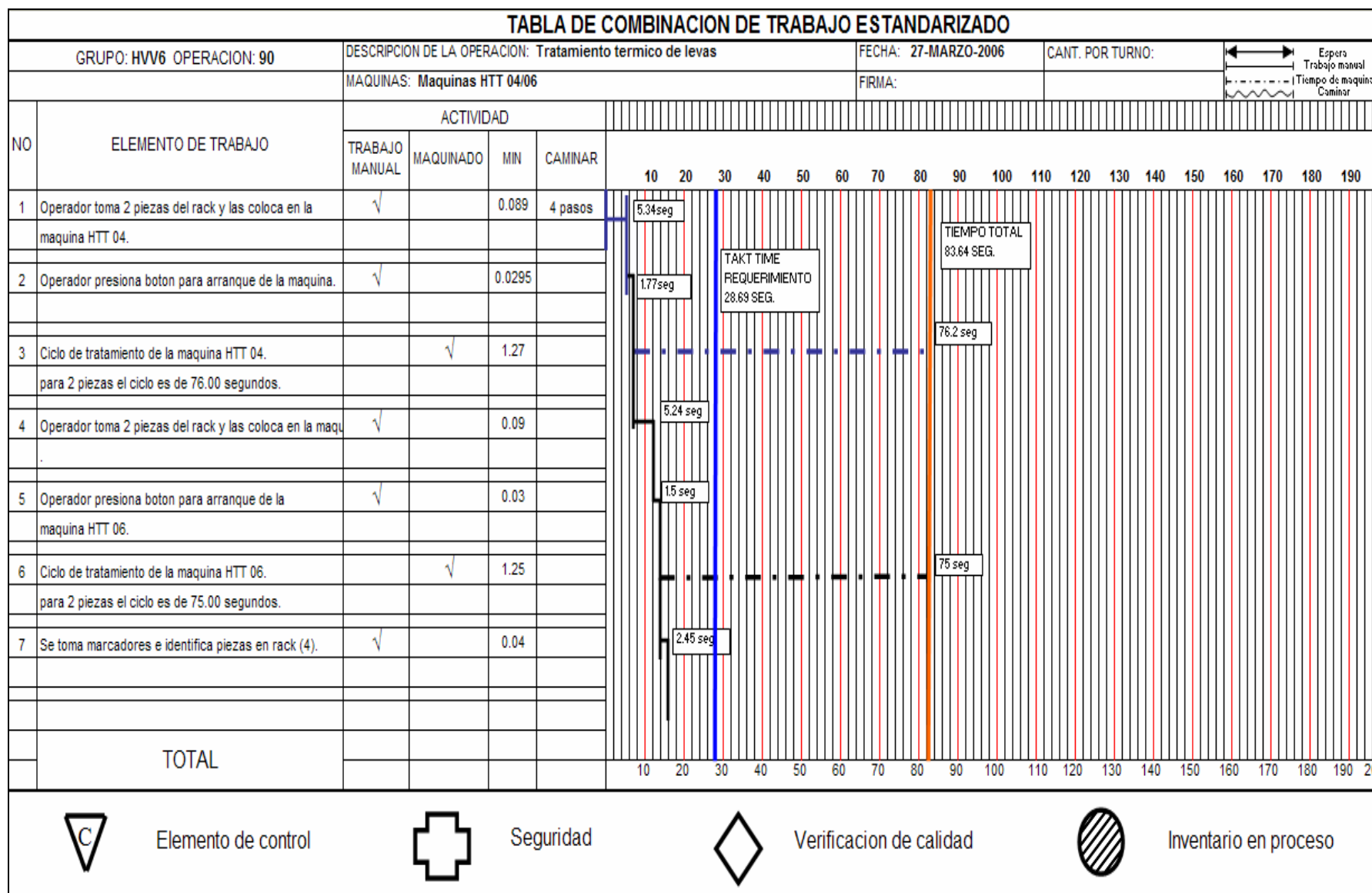
120	Pulido de Apoyos y Levas	auto			Pulidora Nagel TF, PAP-05 / 06	0
121	Mover a Siguiente Operación	auto				
122	Mover a Inspección	auto				
123	Inspección de Rugosidad	auto			Estación de Inspección	
130	Lavadora	auto			Lavadora Alliance, LVA-06	0
131	Mover a Siguiente Operación					
132	Mover a Inspección					
133	Inspección Millipore				Laboratorio Metalográfico	
140	Inspección de Perfil	auto			Gage de Inspección Adcole 1310	0
141	Mover a Siguiente Operación					
150	Inserción de Filtro, Marcado Láser & Eddy Current	auto			Insertadora de Filtro, FP-01	0
151	Mover a Siguiente Operación					
160	Inspección Final				Inspección Final / Retrabajo Marca Láser, Redondez, Golpes	
161	GP-12					
170	Empaque					
171	Embarque de Partes					

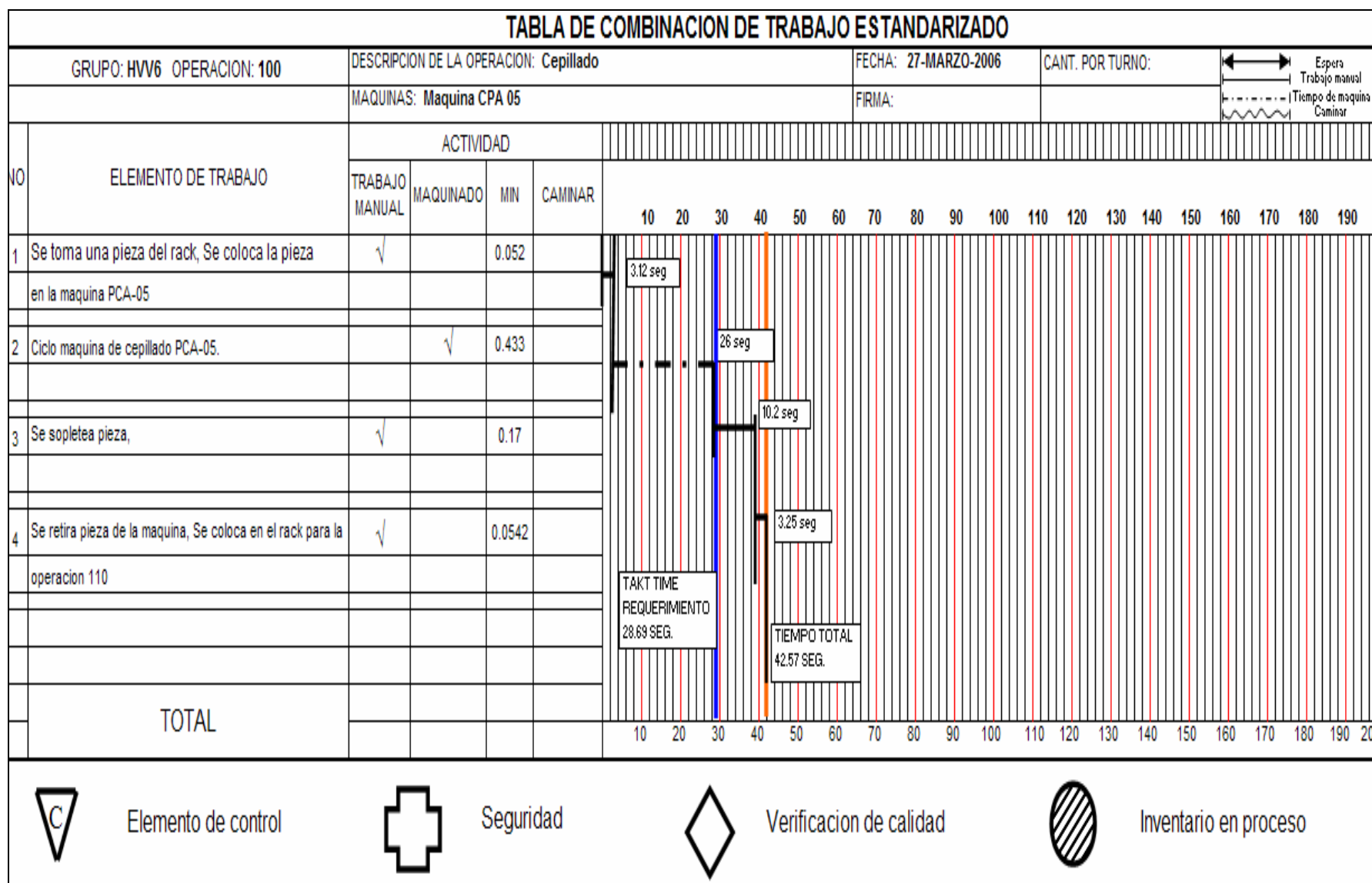
Anexo 2. Plan de Reacción

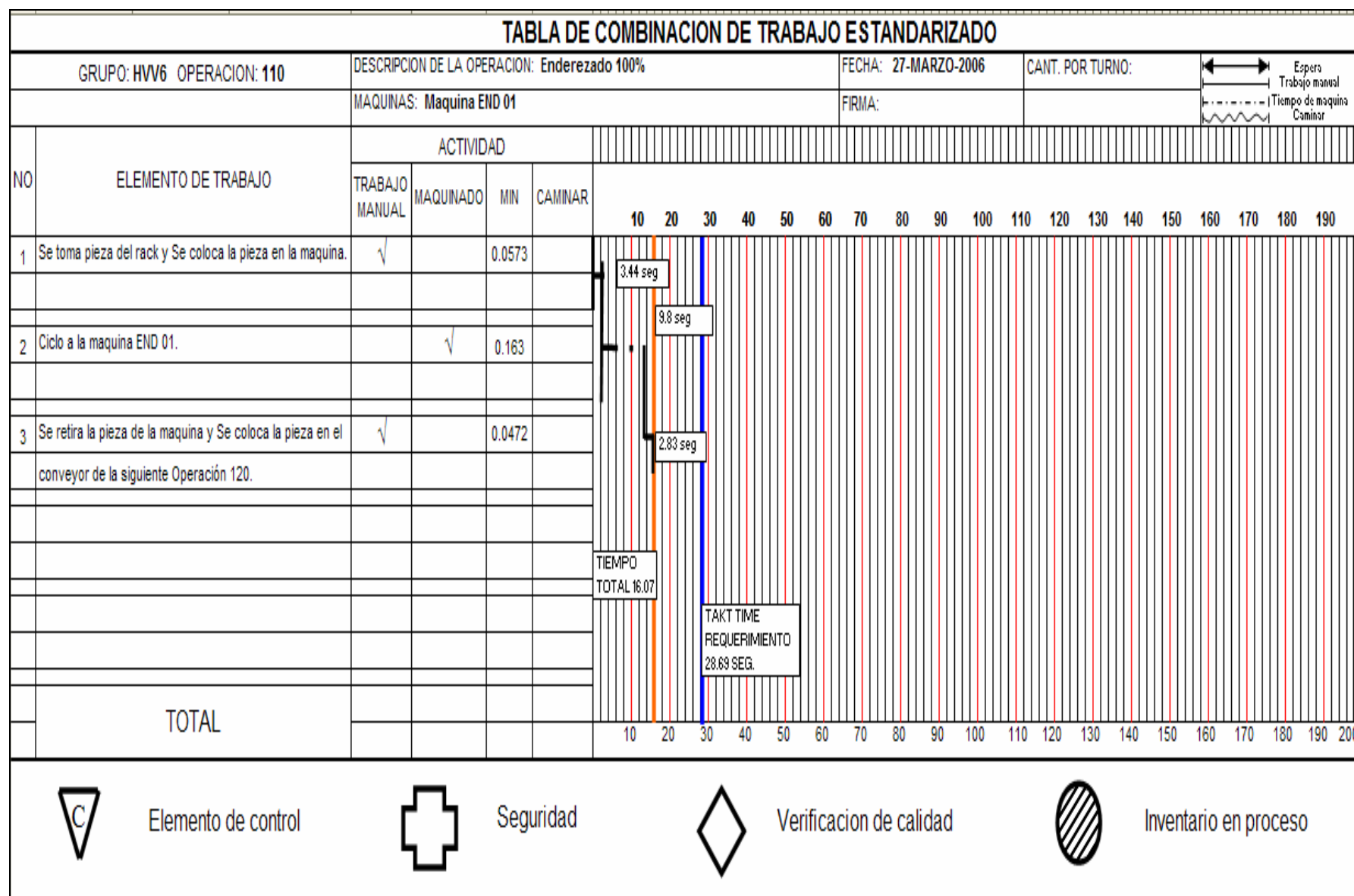
- 1.- Revisar Estado de Calibración del Gage.
- 2.- El operador tiene que volver a verificar la parte. Si pieza OK continuar, en caso contrario seguir el plan de reacción.
- 3.- El operador tiene toda la responsabilidad y autoridad para detener la operación y tiene que avisar al Supervisor.
- 4.- El operador y el auditor tienen que verificar las partes anteriores hasta llegar a la última pieza buena.
- 5.- Retener Piezas Sospechosas e identificarlas con boleta de Material Sospechoso y/o Desperdicio.
- 6.- Las piezas se verifican al 100% y las piezas de desperdicio se pintan de rojo y las OK se incorporan al proceso.
- 7.- Una vez contenido y/o ajustado el proceso sospechoso puede continuar producción.

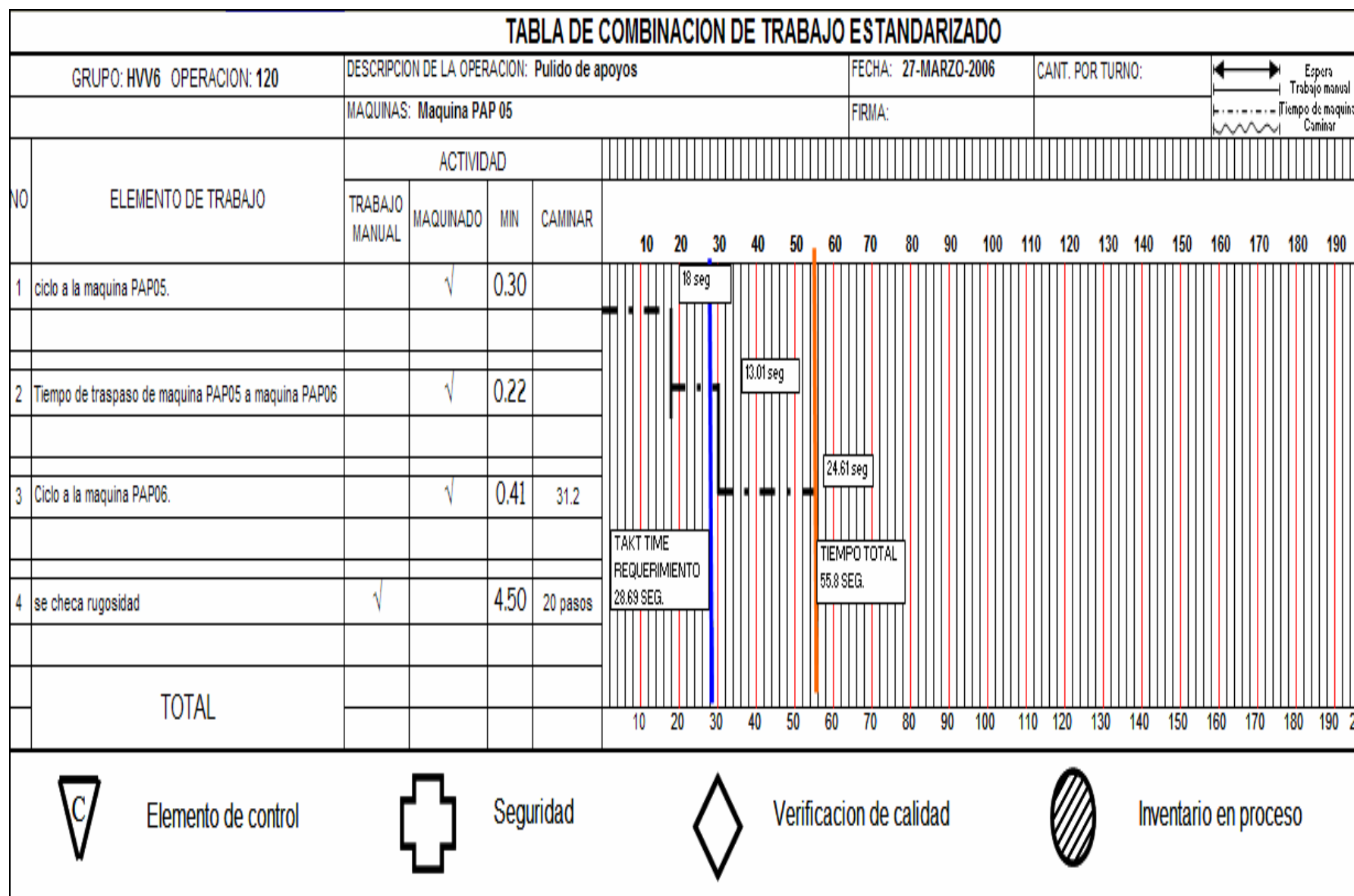


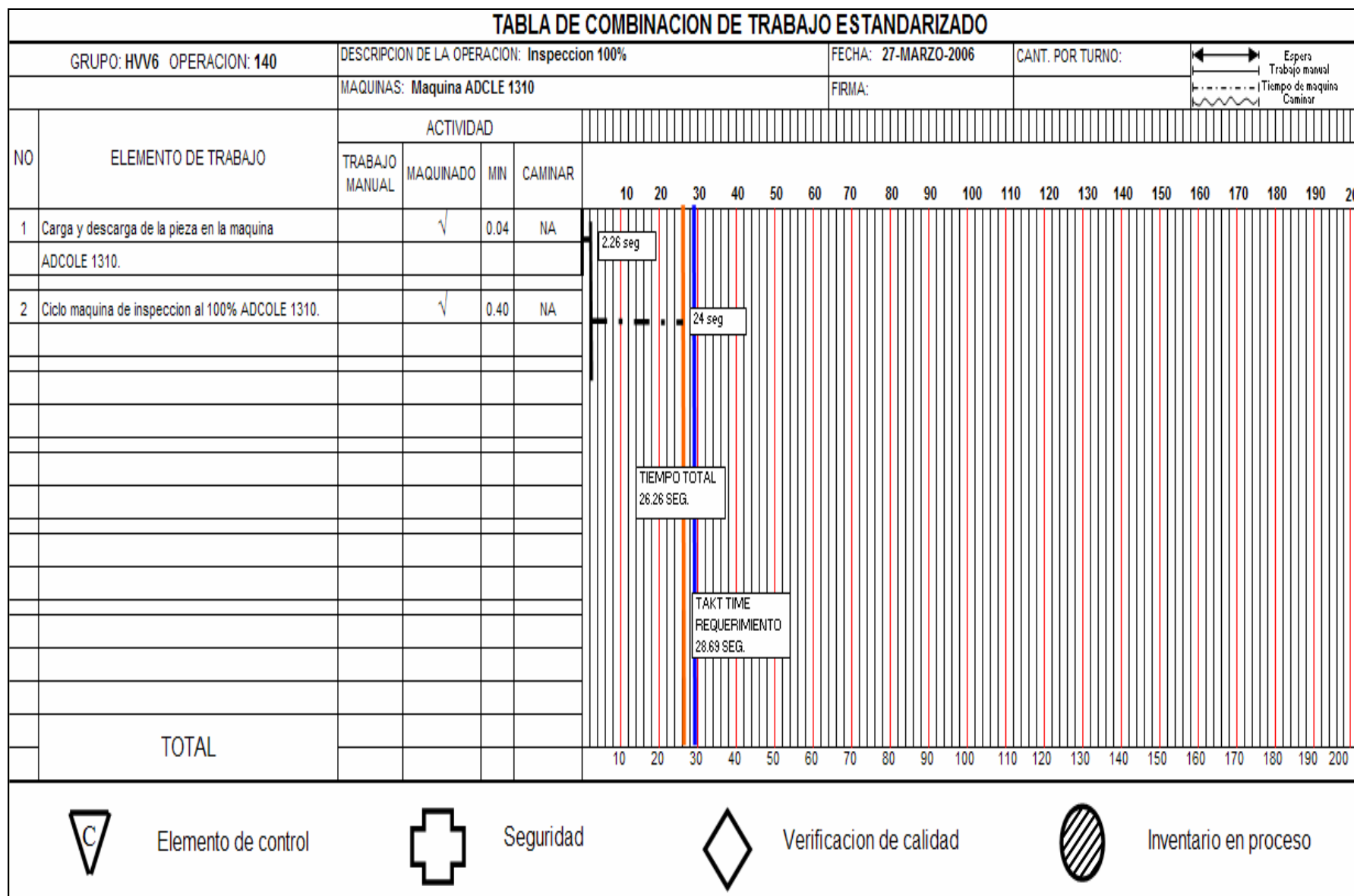


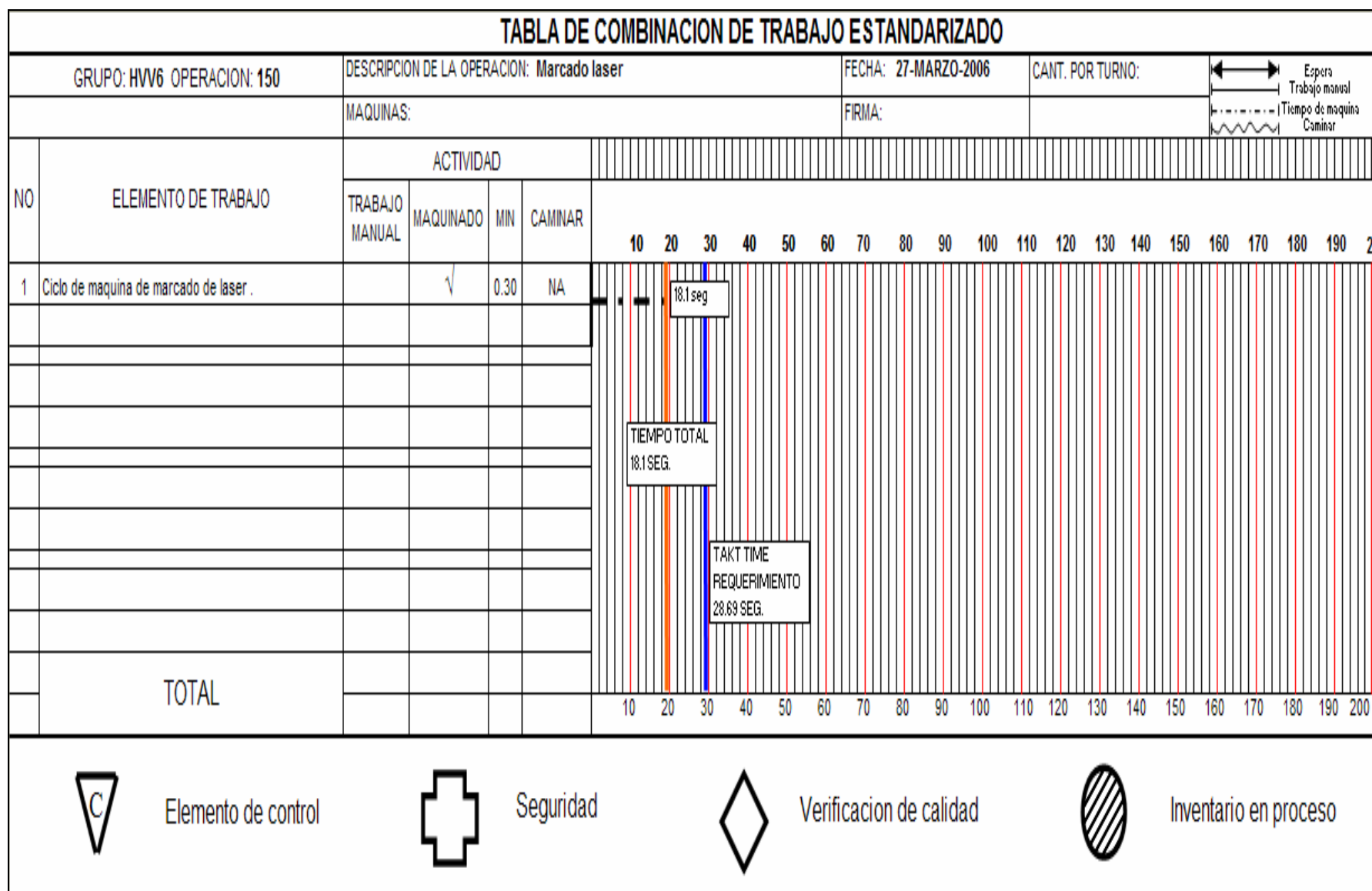




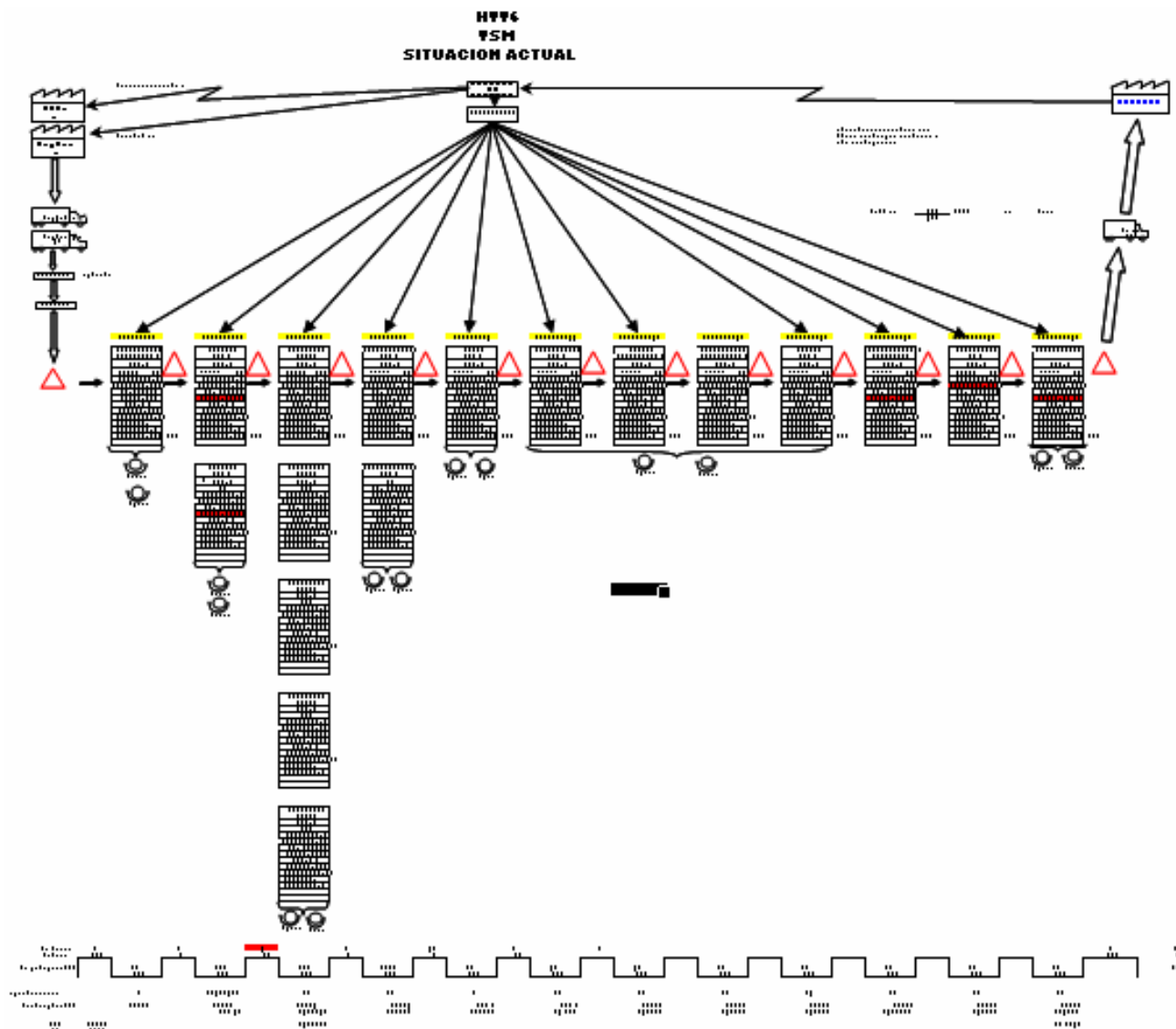








Anexo 4. Mapa de la Cadena de Valor Actual



Anexo 5. Instrucción de trabajo - Mantenimiento de herramental operación 80

1.0. PROPÓSITO

- 1.1. El propósito de esta Instrucción de trabajo es dar a conocer la realización de las actividades de mantenimiento al herramental de la operación 80.

2.0. ALCANCE

- 2.1. Este procedimiento aplica a las máquinas RLC 13 a 17 de la operación 80 de la línea de HVV6 y su objetivo es agilizar y facilitar el mantenimiento apropiado al herramental de dicha operación.

3.0. REVISION Y APROBACIÓN

- 3.1. Este documento ha sido aprobado por el Superintendente de Manufactura.

4.0. REFERENCIAS

- 4.1. Requerimientos ISO/TS Cláusula 7.5.1.2

5.0. DEFINICIONES

- 5.1. NA.

6.0. PROCEDIMIENTO

6.1. Requerimientos Generales

- 6.1.1. Todas las medidas de seguridad deben ser seguidas de acuerdo a los lineamientos de seguridad (zapatos, lentes de seguridad, ropa, tapones auditivos, guardas e instrucciones de trabajo).
- 6.1.2. Si existe cualquier problema con la máquina, calibrador, etc., diríjase con su supervisor inmediatamente para que él decida si el operador se encuentra en condiciones para reparar el problema o, llamara al departamento de mantenimiento para que se encargué, en caso de falla en la programación de la máquina se tendrá que llamar al ajustador en turno si esté no esta capacitado para reparar la falla entonces se llamará al ingeniero de manufactura.

- 6.1.3. Los registros de calidad deben ser llenados de acuerdo a las frecuencias indicadas en la hoja de inspección.
- 6.1.4. Todos los calibradores de la operación necesitan ser calibrados según su master al inicio de cada turno.

- 6.2. Ajuste de altura de pernos de arrastre:
 - 6.2.1. Este procedimiento se usa para ajustar la altura de los pernos de arrastre del orientador de parte, así como para el reemplazo del perno de referencia de ángulo.
 - 6.2.2. Lo que se debe de realizar es detener la rueda, girando el selector a “Piedra Apagada”.
 - 6.2.3. Oprimir el botón “Stop Cycle”.
 - 6.2.4. Presionar el botón “Reset Mode”.
 - 6.2.5. Seleccionar la opción F1 “Manual Mode”.
 - 6.2.6. Desconectar la línea de aire que tiene el cargador de la máquina y que se encuentra del lado derecho del mismo.
 - 6.2.7. Retirar los pernos de anclaje del cargador y mover el cargador hacia atrás.
 - 6.2.8. Lo siguiente es marcar la orientación del arrastrador para tener una referencia de donde se quedó y así evitar un mal maquinado cuando se vuelva a instalar.
 - 6.2.9. Remover los tres tornillos que sujetan la boquilla y retirarla.
 - 6.2.10. En seguida se retiran los tres tornillos que sujetan al arrastrador y se extrae.
 - 6.2.11. Cuando se retira el arrastrador en la parte interna trae un resorte que se debe de guardar.
 - 6.2.12. Lo siguiente es verificar el desgaste de los pernos de arrastre, centro y perno orientador. Este último se debe de reemplazar, esto con la finalidad de evitar rupturas por el mismo trabajo que realiza.
 - 6.2.13. Una vez que se instaló el nuevo perno hay que ajustar la altura de todos los pernos, de los cuales los pernos de arrastre se deben de ajustar a una altura de 10 mm +/-0.5 mm y el perno de arrastre a 9mm +/-0.5mm.

- 6.2.14. A continuación se toma el arrastrador y se le reemplazan los empaques que tiene, se coloca el resorte que se guardo previamente. En caso de estar dañado también se debe de instalar uno nuevo.
 - 6.2.15. Se toma el arrastrador ya ajustado y se instala en la máquina, el cual se debe de colocar usando la marca hecha previamente. En seguida se instala primero los tornillos de sujeción del arrastrador y después ensamblar la boquilla.
 - 6.2.16. Una vez instalado el arrastrador se avanza el cargador, se colocan los pernos de anclaje y se conecta la línea de aire.
 - 6.2.17. Oprimir el botón “Reset Mode”.
 - 6.2.18. Cerrar la puerta y encender la rueda.
 - 6.2.19. Seleccionar el botón F3 “Machine Only Auto Mode”, para colocar la máquina en modo automático.
 - 6.2.20. Iniciar ciclo presionado el botón “Cycle Start” y verificar que la parte este dentro de especificación.
 - 6.2.21. El operador deberá de realizar esta operación cada vez que sea necesario para asegurar el perfecto funcionamiento de su estación de trabajo.
- 6.3. Ajuste de Run Out (Este Ajuste Solamente lo Realiza el Ajustador u Operador Entrenado):
- 6.3.1. Este procedimiento se realiza cuando se tienen problemas de run out en las primeras 4 levas del árbol y son ocasionada por un run out en el chuck de la máquina.
 - 6.3.2. Colocar el master de ajuste de esta operación y colocarlo en forma manual dentro de la máquina. Lo que se necesita hacer es:
 - 6.3.2.1 Oprimir el botón “Stop Cycle”.
 - 6.3.2.2 Presionar el botón “Reset Mode”.
 - 6.3.2.3 Seleccionar la opción F1 “Manual Mode”.
 - 6.3.2.4 Oprimir el botón F10 “Advance Pusher”.
 - 6.3.2.5 Presionar F8 “Workrest Control Keys” y a continuación oprimir F6 “Adv upper And lower Wrkrest 1”.

- 6.3.2.6 Seleccionar la opción F19 “Return To Main Keys Page 1”.
- 6.3.2.7 Oprimir el botón F4 “Clamp Chuck” después F19 “Main Keys Page 1 More Keys”.
- 6.3.3. Una vez clampeada la pieza se continúa con el ajuste, lo primero que se debe hacer es girar llave de parámetros a posición CHANGE.
- 6.3.4. Seleccionar el botón F10 “Parameter Change/Setup” y después F10 “Setup Keys”.
- 6.3.5. Presionar la opción F11 “Jog Axes Keys” y enseguida F5 “Enable Workhead Jog”.
- 6.3.6. Lo siguiente es colocar una base magnética con indicador de pestaña (resolución de una micra o diez milésimas) que este toque la parte superior del diámetro del apoyo 1.
- 6.3.7. Usando el volante de movimiento de ejes presionar cualquiera de los botones laterales, mover la perilla superior a 100X y con la otra perilla girarla a favor de las manecillas. Si se deja de presionar cualquiera de los botones laterales aun y cuando se este girando la perilla esta no se moverá. Para el ajuste del run out se realiza lo siguiente:
 - 6.3.7.1 En la trasera del chuck se tienen 4 tornillos que sujetan al chuck, es necesario aflojarlos pero no dejarlos sueltos.
 - 6.3.7.2 En el diámetro exterior del chuck se tienen cuatro tornillos repartidos en el diámetro de la pieza, estos tornillos son los que usarán para ajustar el run out. La forma de hacerlo es ver en que sentido se mueve la aguja del reloj y en que tornillo lo hace, para esto es necesario marcarlos con algún número por ejemplo 1, 3, 2 y 4, donde los tornillos 1 y 2 son opuestos así como el 3 con el 4.
 - 6.3.7.3 Cuando el reloj se mueve hacia positivo quiere decir que es necesario apretar el tornillo más cercano a esta lectura y el que es opuesto aflojarlo un poco. De esta manera de apretar y aflojar tornillos es como se va ajustando el run out hasta que queda dentro de 25 micras.

- 6.3.7.4 Una vez que queda ajustado el run out es necesario volver apretar los 4 tornillos que sujetan al chuck.
 - 6.3.8. A continuación se presiona el botón F1 “Disable Workhead Jog”.
 - 6.3.9. Oprimir el botón F19 tres veces.
 - 6.3.10. Presionar los botones F8 “Workrest Control Keys” y F6 “Ret upper And lower Wrkrest 1”.
 - 6.3.11. Oprimir F19 “Return To Main Keys Page 1”.
 - 6.3.12. Seleccionar la opción F4 “Unclamp Chuck” y después F10 “Retract Pusher”.
 - 6.3.13. Oprimir el botón “Reset Mode”.
 - 6.3.14. Seleccionar el botón F3 “Machine Only Auto Mode”, para colocar la máquina en modo automático.
 - 6.3.15. Retirar el master que se colocó para el ajuste del run out y cargar una pieza lista para maquinar.
 - 6.3.16. Dar ciclo e inspeccionar la pieza de levas, realizar los ajustes necesarios.
 - 6.3.17. El operador deberá de realizar esta operación cada vez que sea necesario para asegurar el perfecto funcionamiento de su estación de trabajo.
- 6.4. Ajuste de Lunetas
- Cuando se presente una variación de run out o diámetros de una de las secciones de las levas, una de las causas que provocan este problema es que se encuentren desajustadas las lunetas que centran la pieza. Lo que se debe hacer para alinear las lunetas es lo siguiente:
- 6.4.1. Colocar el master de ajuste de esta operación y colocarlo en forma manual dentro de la máquina. Lo que se necesita hacer es:
 - 6.4.1.1 Oprimir el botón “Stop Cycle”.
 - 6.4.1.2 Presionar el botón “Reset Mode”.
 - 6.4.1.3 Seleccionar la opción F1 “Manual Mode”.
 - 6.4.1.4 Oprimir el botón F10 “Advance Pusher”.
 - 6.4.1.5 Seleccionar la opción F19 “Return To Main Keys Page 1”.

-
-
- 6.4.1.6 Oprimir el botón F4 “Clamp Chuck” después F19 “Main Keys Page 1 More Keys”.
- 6.4.2. A continuación se toma el calibrador de lunetas para operación 80, el cual cuenta con dos relojes indicadores. Este se atornilla en la parte frontal de la base de la luneta que se va ajustar, y se hace cero en los relojes, uno debe tocar la parte superior del diámetro del apoyo que se va ajustar y el otro palpador debe tocar la parte trasera del apoyo.
- 6.4.3. Antes de avanzar las lunetas se debe de cerrar las válvulas de las lunetas que no se colocó el calibrador.
- 6.4.4. Lo siguiente es presionar los botones F8 “Workrest Control Keys” y F6 “Ret upper And lower Wrkrest 1” y observar cuanto se mueven los relojes, el máximo empuje o retracción permitido es de **25 micras o 1 milésima de pulgada**. Abrir y cerrar varias veces la luneta para observar el desajuste que tiene; realizar este procedimiento para las lunetas restantes.
- 6.4.4.1 Una vez que se detectó si alguna de las lunetas esta desajustada, lo que se hace es aflojar los tornillos laterales (4) que sujetan a la luneta.
- 6.4.4.2 Cerrar la luneta y observar hacia donde se mueve la aguja, si esta se mueve en contra de las manecillas quiere decir que la luneta esta jalando a la pieza, de moverse en sentido de las manecillas entonces la luneta esta empujando a la pieza.
- 6.4.4.3 Como la luneta no cuenta con tornillos de avance o retracción se debe realizar el ajuste en forma manual, es decir, moviendo la luneta con las manos y dejando ajustada la luneta dentro de 25 micras en cada uno de los indicadores.
- 6.4.4.4 Una vez que la luneta ya se ajusto al cero, se empieza apretar los tornillos, estos se deben de apretar poco a poco, es decir, no se debe de apretar un tornillo completamente y luego el resto.
- 6.4.4.5 Cuando ya se tiene apretados un poco los tornillos se retrae la luneta y se vuelve avanzar, esto con la finalidad de observar

si con el apriete hecho a los tornillos no se desajusto la luneta. En caso de que se haya desajustado la luneta se debe volver ajustarla como se marco en los puntos anteriores.

- 6.4.5. Presionar el botón F6 “Ret upper And lower Wkrest 1”.
- 6.4.6. Oprimir F19 “Return To Main Keys Page 1”.
- 6.4.7. Seleccionar la opción F4 “Unclamp Chuck” y después F10 “Retract Pusher”.
- 6.4.8. Oprimir el botón “Reset Mode”.
- 6.4.9. Seleccionar el botón F3 “Machine Only Auto Mode”, para colocar la máquina en modo automático.
- 6.4.10. Retirar el master que se coloco para el ajuste del run out y cargar una pieza lista para maquinar.
- 6.4.11. Iniciar ciclo presionado el botón “Cycle Start” y verificar que la parte este dentro de especificación.
- 6.4.12. El operador deberá de realizar esta operación cada vez que sea necesario para asegurar el perfecto funcionamiento de su estación de trabajo.

6.5. Verificación General de la máquina

- 6.5.1. Checar el estado del conveyor, si giran correctamente los rodillos.
- 6.5.2. Checar que los grippers del cargador estén en buen estado y que funcionen correctamente.
- 6.5.3. Verificar que la base del cargador no tenga rebabas o golpes que puedan dañar a la pieza.
- 6.5.4. Revisar la boquilla de limpieza de rueda de CBN, que no esté desgastada y que este limpia, parta que no interfiera el flujo de la boquilla.

7.0. VERIFICACION E INSPECCION

- 7.1.1. Las acciones correspondientes a la “verificación de la primera pieza” se deberán de seguir en cada ajuste siguiente:
 - Cada inicio de turno
 - Cada cambio de herramental

- Cada vez que se haya hecho algún ajuste.
- Después de cada falla.

Para la verificación de la primera pieza el auditor de calidad línea en turno deberá de revisar y medir las piezas con el fin de aceptar o rechazar el buen funcionamiento de la máquina.

Anexo 6. Metodología 8D's

1.0. PROPÓSITO

- 1.1. El propósito de este documento es definir los métodos para establecer, implementar, documentar y mantener las Acciones Correctivas y Preventivas.

2.0. ALCANCE

- 2.1. Este procedimiento aplica para todos los departamentos de la empresa, que requieran usar una metodología de solución de problemas.

3.0. REVISIÓN Y APROBACIÓN

- 3.1. Este documento es revisado y aprobado por el Gerente de Calidad ó su designado.

4.0. REFERENCIAS

- 4.1. Requerimientos del ISO/TS 16949 Cláusula 8.5.2 y 8.5.3
- 4.2. Procedimiento análisis de la causa raíz QP-8.5.2.1-001
- 4.3. Requerimientos del ISO 14001 2004 Cláusula 4.5.5 Auditorias del Sistema de Administración Ambiental.
- 4.4. *Manual del PSO en su última edición.*

5.0. DEFINICIONES

Poka Yoke.- Dispositivo de detección y prevención de defectos.

SAA.- Sistema de Administración Ambiental

AA.- Administrador Ambiental

C.A.R.E.: Conocimiento, evaluación y revisión del cliente

(CUSTOMER AWARENESS REVIEW AND EVALUATION)

6.0. PROCEDIMIENTO

- 6.1. Acciones Correctivas

- 6.1.1. Para el caso del SAA se levantara una no conformidad cuando se detecte alguna desviación a los requerimientos establecidos en la Norma ISO

14001. Las desviaciones a los requerimientos al SAA se levantan en auditorias internas, externas, desviaciones que se encuentren en las actividades diarias de la empresa. (por ejemplo aspectos e impactos ambientales no identificados, actividades de programas ambientales que no se cumplan, incumplimientos con la legislación ambiental aplicable, emergencias ambientales, controles operacionales en incumplimiento, quejas de la comunidad por impactos ambientales de la empresa, desviaciones al sistema consideradas en las revisiones gerenciales etc.).

6.2. Emisión de Acciones Correctivas

Cuando se encuentren productos en la auditoria de embarque fuera de especificación se deberá emitir un reporte de 8ds por cada Ingeniero de Calidad, de igual forma, si hay un incremento significativo en el desperdicio, pudiera emitirse un 8ds, sin embargo, no es limitado al 8DS, las acciones pueden ser documentadas en el indicador del desperdicio. Otro criterio para la emisión de un 8d es cuando existan eventos significativos al proceso.

6.2.1. La metodología de 8D's para el análisis y la solución de problemas es empleada para no-conformancias internas o externas, o cuando una auditoria interna o externa revele no-conformancias, siendo del grado apropiado a la magnitud de los problemas y riesgos encontrados.

6.2.1.1. Cada vez que se presente un problema en el proceso asegúrese de llenar el reporte FM-8.3-0012 (Hoja para control de material en contención), para efectos de garantizar la rastreabilidad y estatus del material, este formato es aplicable cuando se tenga material en diferentes estaciones, si el material se encuentra solamente en una estación no es necesario el llenado del mismo.

6.2.1.2. Se hace uso del formato FM-8.5.2-001 para análisis y toma de acciones para quejas de cliente, problemas internos, cuando sea requerido, se responderá en la manera y/o metodología preescrita por el cliente, para chrysler se tiene el sistema COVISINT utilizar la metodología de (7 PASOS), para

General Motors se tiene el sistema GQTS (PRR), para Turbinas se tiene el sistema SCC 8D's y para el SAA se aplica la metodología 8D.

6.3. Equipo responsable de la solución del problema

6.3.1. El grupo multidisciplinario elegirá un champion y un líder, quienes les darán seguimiento a las actividades que se incorporen para la solución del problema.

6.3.1.1. El champion deberá ser el gerente del área afectada para problemas internos y el Gerente de Calidad para problemas Externos, quien en caso de que el equipo multidisciplinario no lleguen a un acuerdo, deberá ser el responsable en tomar la última decisión.

6.3.1.2. El líder es el designado por el Gerente de área en caso de ser un problema interno y en caso de ser un problema externo el líder es el Ingeniero de Calidad de calidad del área afectada.

6.3.1.3. En el SAA el champion sigue siendo el gerente del área afectada y el AA coordina que las actividades que se vayan a tomar, se concreten a tiempo definiendo si se requiere o no un equipo responsable para definir la solución del problema.

6.4. Descripción del problema

Anote en forma clara y concisa cuál es el problema detectado.

6.5. Acción de Contención

Describa que es lo que va a realizar inmediatamente, en este punto se analiza que las acciones inmediatas que no generen otros problemas.

Como parte del inicio de la acción correctiva se genera una Alerta de Calidad forma FM-8.5.2-002 con el fin de mostrar la condición de aceptable e inaceptable a manera de ayuda visual y para colocarla en el área donde se generó el problema, además de explicar al personal involucrado (operadores, auditores y supervisores).

6.6. Análisis de causa-raíz

6.6.1. En todos los casos de análisis para acciones correctivas y preventivas deberán ser aplicados algunas de las siguientes metodologías, con sus respectivos registros:

- a) Análisis de Causa Raíz. (Active y desactive la causa)
- b) Lluvia de ideas
- c) 5 Porque´s

Información en específico consulte el procedimiento de identificación de la causa raíz QP-8.5.2.1-001.

Los registros resultantes de la aplicación de estos procedimientos son anexados al correspondiente formato de 8D, 7 Pasos, 5 Pasos o el que aplique.

Los productos retornados por los clientes son analizados o verificados en planta por los departamentos afectados a través del sistema de acciones correctivas, si es aplicable deberá pedirse el soporte de laboratorios externos. Este análisis debe ser inmediato. Los registros correspondientes son mantenidos de acuerdo al requerimiento 4.2.4 Control de registros.

Dentro del formato de acción correctiva, determine si las causas son comunes o causas especiales de acuerdo a cada problema. Además de dejar evidencia dentro del 8d el activar y desactivar las causas del problema.

6.7. Acciones Correctivas

6.7.1. Se determinan las contramedidas que solucionan el problema.

Registros de las acciones implementadas son mantenidos para asegurar la correcta Implementación.

6.8. Verificación de la implementación y efectividad

6.8.1. La verificación de la implementación puede ser mediante el propio formato del 8DS en la sección de verificación. También se debe anexar

un reporte que demuestre el resultado a manera de verificar la efectividad de las acciones.

La verificación de las acciones correctivas del SAA son realizadas por el AA, en los casos en que el AA sea el responsable de realizar las acciones correctivas, se debe designar otra persona para verificar.

6.9. Acciones para prevenir recurrencia

6.9.1. Describa controles necesarios para evitar recurrencia del problema e implemente Poka Yokes hasta donde sea posible.

6.10. Acciones en el sistema

6.10.1. Describa cualquier cambio que implique en documentación ejemplo (Modificación del Plan de control, Amef, procedimientos etc).

6.11. Aplicación de procesos en procesos similares

6.11.1. Acciones correctivas generadas y los controles implementados deberán hacerse extensivos e impactar a otras áreas, para eliminar causas de no conformidades.

6.12. Lecciones aprendidas si aplica

6.12.1. Ver procedimiento QP-8.5.2-003

6.13. Felicitar al equipo

6.13.1. Describa la manera en la cual felicitará al equipo una vez que la acción correctiva fue cerrada.

6.14. Monitoreo de avances de acciones correctivas

6.14.1. La revisión y control del estatus de las acciones correctivas para el cliente, se realiza con la forma FM-8.5.2-008 seguimiento de respuesta rápida.

6.14.2. Para el SAA la revisión y control del estatus de las acciones correctivas, se realiza con la forma FSAA-4.5.4-005.

6.15. Toda queja del cliente y retorno de material es investigado, analizado y documentado para encontrar las causas asignables e iniciar las acciones apropiadas.

6.16. *Tiempos de respuesta a un problema para:*

6.16.1. *General Motors*

6.16.1.1. *Se tienen 24 horas para dar la respuesta inicial en el sistema GQTS.*

6.16.1.2. *Se tienen 15 días para dar la respuesta final en el sistema GQTS y la implementación de las acciones correctivas.*

6.17 Como parte de las acciones inmediatas se discute con el equipo multifuncional que las acciones inmediatas no vayan a impactar negativamente a otros procesos.

6.18 Respuesta Rápida

Para efectos de seguimiento de respuesta rápida se usa el formato FM-8.5.2-007 Gráfica diaria de Calidad, la cual es actualizada en forma diaria por el Ingeniero de calidad de cada línea. Para dar seguimiento a problemas que pueden ser resueltos en 24 hrs. se usa el formato FM-8.5.2-009 correspondiente a respuesta rápida, las actividades de seguimiento son coordinadas por el Supervisor de Producción.

6.19 Acciones Preventivas

Para documentar acciones preventivas se hace uso de fuentes apropiadas tales como (historial estadístico, auditorias de proceso, operación, indicadores, FMEA, observaciones por auditorias internas o externas, no conformidades en un área que se puedan presentar en otra.

Anexo 7. Instrucción de trabajo – Ajuste de operación 80**7.2. Ajuste de Taper de Levas**

- 7.2.1. El taper de levas se debe trabajar en un rango de 0.002mm a 0.005mm, esto en base al reporte del Adcole 911.
- 7.2.2. Presionar el botón F19 “Reset Mode”.
- 7.2.3. Presionar el botón F20 “Root Keys”.
- 7.2.4. Presionar F3 “Edit Programme Keys”.
- 7.2.5. Seleccionar WheelAdvance_Set1.
- 7.2.6. Presionar F5 “Edit Parameter”.
- 7.2.7. En el parámetro P0 (Radial Taper). El ajuste de taper se realiza de la siguiente manera:
 - 7.2.7.1 A partir del reporte de la Adcole 911 si lo que queremos es hacer positivo el taper se mueve el valor que tiene la opción hacia positivo. Esto se realiza sumando al valor que se tiene la cantidad de taper a modificar.
 - 7.2.7.2 Si el taper que queremos es negativo se le resta la cantidad a modificar al valor que tenemos en pantalla.
- 7.2.8. Presionar “Ok”.
- 7.2.9. Presionar F20 “Exit” 2 veces.
- 7.2.10. Presionar F19 “Reset Mode”.
- 7.2.11. Presionar F10 3 veces.
- 7.2.12. Presionar F1 “Start Dress”
- 7.2.13. Presionar F8.
- 7.2.14. Cargar y dar ciclo a unas piezas en la máquina y verificar que están dentro de tolerancia.
- 7.2.15. El operador deberá de realizar esta operación cada vez que sea necesario para asegurar el perfecto funcionamiento de su estación de trabajo.

Anexo 8. Proyectos Sugeridos

1. Propuestas para generar compromiso

Cuando se desea implementar un sistema o programa es necesario que la gente crea en el, de lo contrario nunca tendrá éxito. En toda empresa la gente es el elemento clave para el lograr los objetivos que se han planteado, donde cada persona tiene personalidades y formas de trabajar diferentes, el objetivo es lograr que cada una de las personas logren trabajar hacia un mismo rumbo y sobre todo que sea con un compromiso real.

La empresa tiene la responsabilidad de lograr esta meta, donde cada trabajador se sienta abierto al cambio y comprometido con la empresa. Es cierto que la gente esta en un trabajo por obtener un salario y que la empresa es el medio de obtenerlo, pero también la compañía debe de buscar ser un medio para la realización profesional de los empleados a todos los niveles.

En la empresa bajo estudio se busca la satisfacción del empleado, teniendo medidores como la rotación de personal, medición del medio ambiente de trabajo, renuncias voluntarias, seguridad e higiene.

Para lograr que la gente sea un agente de cambio y tenga el compromiso con la empresa se le debe de motivar, y no solamente buscando el beneficio económico. Como primera instancia el dinero es un motivador pero no a largo plazo, con esto no se logra un compromiso real del personal. Lo que se necesita es buscar motivar a la gente y lograr un ambiente de trabajo agradable, que el trabajador vea recompensado su desempeño laboral y sobre todo sea el medio para lograr una satisfacción profesional y personal.

En la empresa bajo estudio se tienen procedimientos que buscan motivar al personal, se tienen sistemas para un trabajo estandarizado y medidores de satisfacción de la gente, los cuales muestran un desempeño favorable mes a mes. Sin embargo, esto solo es en el indicador de Satisfacción al Empleado pero en el de Satisfacción al Cliente no se ve el mismo

comportamiento y esto es un reflejo directo de la falla en los sistemas establecidos pero sobre todo de la falta de compromiso de la gente.

Buscando solucionar esto se realizó una evaluación del ambiente de trabajo de la planta, detectando su sentir y grado de motivación. Para esto se realizaron encuestas del medio ambiente de trabajo y las cuales se aplicaron al personal de la planta a todos los niveles, las cuales indican que se tiene un ambiente de trabajo favorable pero hay áreas de oportunidad.

Revisando las encuestas estas muestran que los trabajadores a nivel operario ven a su supervisor de producción como alguien que los respeta pero que sus sugerencias no son tomadas en cuenta como ellos desearían. Esto provoca que la gente no se sienta motivada para aportar nuevas ideas o sugerencias de mejora.

Para cambiar esto se sugiere crear un programa de aportación de ideas de mejora, el cual se propone que este conformado por el equipo multidisciplinario de la línea de producción. El procedimiento iniciaría con el operador, el cual aportaría su idea a través de un formato de Idea de Mejora y que le entregaría al supervisor de producción, este a su vez entregaría las propuestas al encargado del departamento de Manufactura Esbelta.

Las ideas se revisarían en las juntas que se tienen semanalmente con el resto del equipo, el cual analizaría la idea propuesta y en primer lugar se evaluaría su factibilidad, en caso de ser positivo el resultado se le asignaría un responsable del equipo (según la idea se le asigna al representante de Calidad, Ingeniería, Producción o Mantenimiento) y este responsable se encargaría de darle seguimiento y un tiempo de conclusión. Para cerrar el círculo se le informaría a la persona que realizó la propuesta de si fue aprobada o no.

Una vez concluida la actividad se recomienda publicar los resultados al personal de la línea de producción y realizar una junta de información en forma mensual. Dándole el reconocimiento a la persona que sugirió la idea, pero sobre todo que sienta la satisfacción de que sus ideas son tomadas en cuenta.

Una propuesta mas es dar capacitación a los supervisores de producción y mandos medios de cada departamento, sobre liderazgo y motivación de personal. En la empresa bajo estudio la preparación de los supervisores de producción esta enfocada en el aspecto técnico, donde la mayoría de los supervisores que laboran antes de llegar a ser supervisores fueron operadores de línea y fueron promovidos al puesto que ocupan actualmente. Sin embargo, no cuentan con la preparación adecuada para el manejo de personal y motivación del mismo.

Para cambiar esta situación la respuesta es capacitación, en primer lugar los supervisores son gente que deben contar con conocimientos técnicos para poder dar soporte a su gente y tomar decisiones sobre la producción. Pero la parte técnica no es todo, ya que ellos tienen gente a su cargo y ahora es necesario saber lidiar con la gente, entender sus necesidades y lograr motivarlos para el trabajo.

Se sugiere dar como primer paso un curso en liderazgo y motivación de personal, con esto se busca que los supervisores de producción reciban la capacitación que necesitan y sientan que la planta busca su crecimiento profesional. Y también que estos cursos no solo se queden en el salón de clase, sino que lo apliquen a su trabajo e interacción que tienen con la gente a nivel operaria, buscando la motivación del personal a su cargo y ser motivadores de un cambio, el cual se reflejara en un compromiso hacia su trabajo pero no por obligación sino por convicción.

2. Propuesta para capacitación de operarios en solución de problemas

Ya se ha mencionado que la empresa cuenta con una metodología para el análisis y solución de problemas, esta metodología es la de 8D's que es empleada para no-conformancias internas o externas, o cuando una auditoria interna o externa.

Esta metodología actualmente es aplicada únicamente por el equipo multidisciplinario de cada línea de producción, sin embargo, este equipo a pesar de que reúne a un representante de cada departamento no involucra a la persona que tiene un conocimiento profundo de la operación y este es el operador de la máquina.

Es cierto que el los integrantes del equipo multidisciplinario tienen una mayor preparación técnica, pero no son los que tienen el conocimiento de la operación diaria de la maquinaria y del buen o mal funcionamiento del equipo. El operador es quien tiene la mayor información y quien puede aportar ideas para la solución de problemas o de mejora.

La propuesta para este punto es dar una capacitación al personal operativo en la metodología de 8D's para la solución de problemas. Capacitarlos de la misma manera que el equipo multidisciplinario recibió el curso, además de enseñarles el uso de técnicas para la búsqueda de causas raíz como el diagrama de pescado y la lluvia de ideas. Estas herramientas son sencillas y de gran ayuda.

Una vez que se haya capacitado a los operadores en la metodología de 8D's y herramientas para encontrar la(s) causa(s) raíz del problema(s), se deben crear grupos de trabajo. Estos grupos estarían conformados por el supervisor de producción, el auditor de calidad, el ajustador de la línea, el operador de producción donde se busque solucionar el problema, un técnico de mantenimiento y el ingeniero de manufactura. El rol del ingeniero sería como facilitador de la búsqueda de mejoras y que se encargue de la parte administrativa en caso de requerirse apoyo de otros departamentos o el conseguir fondos para realizar los cambios que se propongan

El objetivo principal es que la misma gente que esta en la línea de producción tenga la iniciativa de promover ideas para solucionar problemas y realizar mejoras. Darles el poder de cambiar las cosas, tener esa pertenencia y ser dueños de la línea de producción. Con esto la gente buscaría mejorar sus condiciones de trabajo, pero sobre todo el ser promotores del cambio y tener la satisfacción que ellos fueron participes.

Para dar un reconocimiento de la aportación hecha por el equipo se publicaría en el tablero de información de la línea de producción, desplegando el análisis realizado y la mejora obtenida. Además de hacer un reconocimiento a la gente que participo, esto a través de un comunicado a todo el personal de la planta.

Y esta capacitación sería parte de los cursos a recibir por el personal a nivel operativo, incrementando sus conocimientos pero sobre todo enseñándoles nuevas técnicas para buscar solucionar problemas y tener el sentido de pertenencia.

Las acciones anteriormente mencionadas serían medidas a través de la encuesta de medio ambiente de trabajo, la cual debe reflejar una mejora en este indicador. Además se sugiere incluir un indicador de capacitación, el cual mida el nivel de satisfacción de la capacitación recibida, específicamente para la gente a nivel operativo y también colocar un campo para sugerencia de cursos de capacitación.