

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS
UNIDAD TECATE



MAESTRÍA EN INGENIERÍA
ÁREA DE CONOCIMIENTO: INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD: PRODUCCIÓN Y CALIDAD

TESIS

**“MEJORA EN LA ESTRUCTURACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DEL PRODUCTO P201X EN LA EMPRESA TERMISTORES DE TECATE”**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:

MARÍA OFELIA MARTÍNEZ MARTÍNEZ

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

M.C.A. VELIA VERONICA FERREIRO MARTÍNEZ

Tecate B. C., Diciembre de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS UNIDAD TECATE

Tecate B. C., Diciembre de 2009

M.C. CARLOS ALBERTO CHÁVEZ GUZMÁN
Coordinador de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ingeniería y Negocios
P r e s e n t e.-

Por medio del presente le comunico a Usted que con fecha 1 de diciembre del presente, estoy **LIBERANDO** el trabajo de tesis de la Maestría en Ciencias e Ingeniería de la alumna **C. ING. MARÍA OFELIA MARTÍNEZ MARTÍNEZ** con número de matrícula 2/76964, titulado:

**“MEJORA EN LA ESTRUCTURACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DEL PRODUCTO P201X EN LA EMPRESA TERMISTORES DE TECATE”**

Se extiende la presente liberación con la Facultad que se me refiere como director de tesis considerando que el trabajo de la alumna cumple todos los requisitos para obtener su grado de maestría. Así mismo solicito que se continúe con el proceso de titulación del alumno mencionado.

Sin más por el momento, quedo de Usted.

ATENTAMENTE



M.C.A. VELIA VERÓNICA FERREIRO MARTÍNEZ
DIRECTORA DE TESIS

C.c.p. Interesado

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS
UNIDAD TECATE**

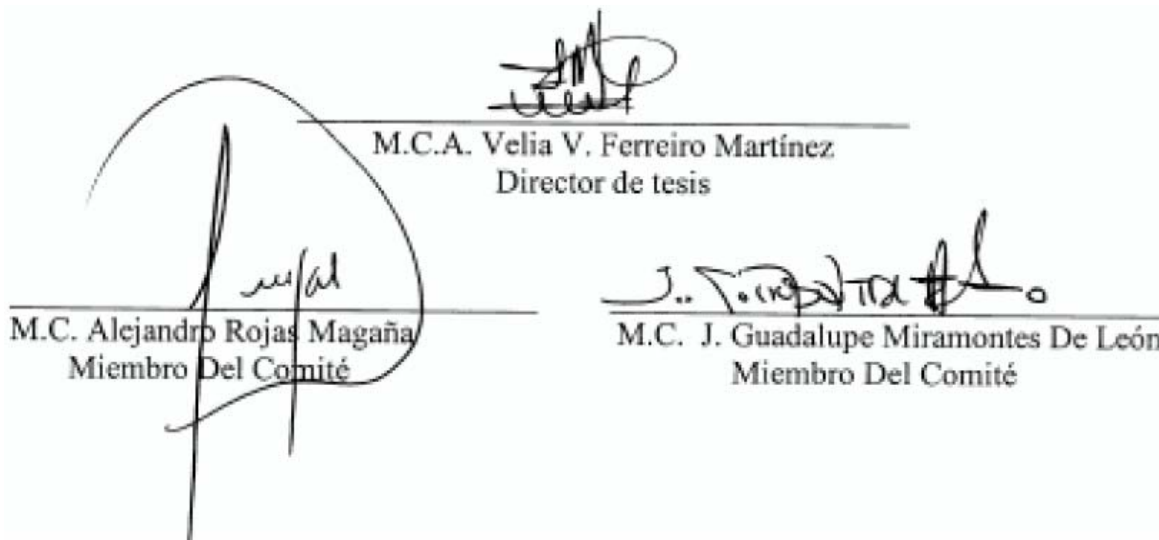
**“MEJORA EN LA ESTRUCTURACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL
PRODUCTO P201X EN LA EMPRESA TERMISTORES DE TECATE”**

TESIS

Que para obtener el grado de maestría en ingeniería presenta:

MARÍA OFELIA MARTÍNEZ MARTÍNEZ

Aprobada por:



The image shows three handwritten signatures of the thesis committee members, each placed above a horizontal line. The signatures are in black ink and are stylized. The first signature is on the left, the second is in the center, and the third is on the right.

M.C.A. Velia V. Ferreiro Martínez
Director de tesis

M.C. Alejandro Rojas Magaña
Miembro Del Comité

M.C. J. Guadalupe Miramontes De León
Miembro Del Comité

Tecate, Baja California, México. Diciembre, 2009.

AGRADECIMIENTO

A mis padres **Inés y Teresa Martínez**, que fueron mi fuente de inspiración.

A mi esposo **Israel Dueñas G.** por brindarme todo su apoyo y amor incondicional y por motivarme para seguir adelante hasta el término de este estudio.

Un agradecimiento muy especial a mi directora de tesis **M. C. A. Velia Verónica Ferreiro Martínez**, por sus comentarios tan acertados.

Y a **Termistores de Tecate**, por permitirme hacer este estudio en sus instalaciones, ¡muchas gracias!

María Ofelia Martínez Martínez.

“Tienes que poner tu corazón en tu trabajo, y tu trabajo en tu corazón.”

Thomas J. Watson, Sr.

“Todos podemos hacer algo que haga la diferencia.”

Todd R. Wagner.

CONTENIDO

1	CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	12
1.1	ANTECEDENTES.....	12
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.3	OBJETIVOS	14
1.3.1	Objetivo General.....	14
1.3.2	Objetivos específicos	14
1.4	HIPÓTESIS.....	14
1.5	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.6	VIABILIDAD	15
1.7	APORTACIÓN.....	16
1.8	RELEVANCIA O CONVENIENCIA SOCIAL.....	16
2	CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	17
2.1	MANUFACTURA CELULAR.	17
2.1.1	Beneficios de la distribución celular.....	18
2.1.2	Desarrollo de una distribución por célula de trabajo	19
2.1.3	Evolución de la manufactura	20
2.2	QUÉ ES LA MANUFACTURA ESBELTA	20
2.2.1	Algunos de los beneficios que genera la aplicación de la manufactura [4]..	21
2.2.2	Herramientas utilizadas comúnmente en manufactura esbelta.	22
2.3	Metodología basada en el sistema llamado 5S's.....	22
2.4	SISTEMA JUSTO A TIEMPO.....	23
2.4.1	Filosofía Justo a Tiempo. Conceptos.....	24
2.4.2	Aplicaciones JIT de más éxito.....	26
2.4.3	Eliminación de desperdicios	28
2.4.4	Calidad en la fuente	29
2.4.5	Cargas uniformes en la planta.....	30
2.4.6	Reducir al mínimo los tiempos de preparación de las maquinas.....	30
2.4.7	Respeto a las personas	30
2.5	SISTEMA KANBAN	31
2.6	CASOS DE ÉXITO DE EMPRESAS al APLICAR SISTEMAS DE MEJORA	32

3	CAPÍTULO III METODOLOGÍA	34
3.1	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA TERMISTORES DE TECATE.....	34
3.1.1	Datos generales de la empresa.....	34
3.1.2	Breve reseña de la empresa Termistores de Tecate.	37
3.2	LA PRODUCCION ACTUAL EN LA EMPRESA	38
3.2.1	Sujetos.....	39
3.2.2	Métodos de evaluación	39
3.2.3	Procedimiento	40
	I. Diagnóstico.....	40
	II. Reportes de producción semanal.....	40
	III. Propuesta I	41
	IV. Propuesta II.....	42
	V. Resultados y Conclusiones	42
4	CAPÍTULO IV RESULTADOS	46
4.1	RESULTADOS.....	46
4.1.1	Resultados de la mejora de la línea de producción.....	46
4.2	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
4.2.1	Conclusiones.....	54
4.2.2	Recomendaciones	55
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	56
	BIBLIOGRAFÍA	57
	ANEXOS	59
	ANEXO 1	60
	Diagrama de Flujo del Producto P201X.....	60
	ANEXO 2	63
	Ejemplo de una Semana de Producción al inicio del Estudio.....	63
	ANEXO 3	65
	Reportes de Producción de Tres Semanas, Después de la Implementación De las Mejoras	65
	ANEXO 4	68
	Formato Para la evaluación de 5S's.....	68
	ANEXO 5	71

Evaluación de 5S's Antes y Después del Estudio.....	71
ANEXO 6	75
Fotos de Algunas Operaciones del Proceso del Producto P201X.	75

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 3-1 Planta Baja. Distribución de líneas en la empresa al inicio del estudio.....	36
Figura 3-2 Planta Alta. Distribución actual de líneas en la empresa.	37
Figura 3-3 Estado de la línea de producción del producto P201X, al inicio del estudio. Se puede apreciar un poco de desorden.	39
Figura 3-4: Otra vista del estado de la línea al inicio del estudio. El producto se va a empacar y junto a las bolsas se alcanza a ver un llavero.	39
Figura 3-5 Semana número 17 de producción, al inicio del estudio.....	41
Figura 3-6: Diagrama de recorrido al inicio del estudio.	43
Figura 4-1: Lámpara con luz infrarroja.....	46
Figura 4-2: Cámara de vacío.....	47
Figura 4-3: Cortadora de manguera.	47
Figura 4-4: Diagrama de recorrido después de las mejoras, en la planta alta.....	51
Figura 4-5 Reportes de producción de la semana 18, después de la implementación de las mejoras.....	53
Figura 4-6 Reporte de producción de la semana 19, después de la implementación de las mejoras.....	53
Figura 4-7 Reporte de producción de la semana 20, después de la implementación de las mejoras.....	54

TABLAS

Tabla 2-1 Células de manufactura.	18
Tabla 2-2 Evolución de la manufactura.....	20
Tabla 2-3 Tipos de desperdicios	29
Tabla 2-4 Casos de éxito al aplicar sistemas de mejora	32
Tabla 3-1 Cursograma analítico del proceso al inicio del estudio para el producto P201X	44
Tabla 4-1 Cursograma analítico del proceso mejorado para el producto P201X.	48
Tabla 4-2 Este es un comparativo de la distancia recorrida y los tiempos empleados:	49

ECUACIONES

Ecuación 3-1	43
Ecuación 4-1	51
Ecuación 4-2	52
Ecuación 4-3	52
Ecuación 4-4	52
Ecuación 4-5	52
Ecuación 4-6	52

**“Mejora en la estructuración de una línea de producción del
producto P201X en la empresa Termistores de Tecate”**

RESUMEN de la Tesis de **MARÍA OFELIA MARTÍNEZ MARTÍNEZ**,
presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN
INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y CALIDAD. Tecate, Baja California, México.
Noviembre de 2009.

**“MEJORA EN LA ESTRUCTURACIÓN DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DEL PRODUCTO P201X EN LA EMPRESA TERMISTORES DE TECATE”**

Resumen aprobado por:



M.C.A. Velia Verónica Ferreiro Martínez.
Director de tesis

RESUMEN

En el sector industrial las áreas de trabajo se estructuran de acuerdo al producto que se va a elaborar, muchas veces en las empresas pequeñas dicha estructuración se hace de una forma tradicional. Pero los tiempos cambian, los requerimientos de los clientes aumentan y las empresas se deben actualizar, de lo contrario pueden correr el riesgo de caer en la obsolescencia o quedar fuera del mercado. Por esta razón el presente estudio es el resultado de la investigación y evaluación del proyecto de mejora en una línea de producción de la empresa Termistores de Tecate, para aumentar la productividad del producto P201X que en ella se elabora. Que ante la creciente demanda del cliente, se tuvo la necesidad de reestructurar la línea de producción, para hacerla mas eficiente.

El objetivo principal fue el de aplicar técnicas y herramientas de mejora de ingeniería industrial como manufactura esbelta, manufactura celular, justo a tiempo, 5S's, para aumentar la productividad de la línea en estudio.

Palabras clave: reestructurar, manufactura celular, manufactura esbelta, justo a tiempo, 5S's

ABSTRACT of the Thesis, presented by **MARÍA OFELIA MARTÍNEZ MARTÍNEZ**, in order to obtain the **MASTER of ENGINEERING DEGREE** in **PRODUCTION AND QUALITY**. Tecate, Baja California, México.
November 2009.

**“PRODUCTION LINE STRUCTURATION IMPROVEMENT OF PRODUCT
P201X IN TERMISTORES DE TECATE COMPANY”**

Approved by:



M.C.A. Velia Verónica Ferreiro Martínez.
Thesis Advisor

ABSTRACT

The industrial work areas are structured according to the product that is going to be elaborated, many times in small companies such structuring is made by a traditional way. But time changes, customer requirements increase and the companies should be updated, otherwise they may be at risk to fall in obsolescence or, remain out of the market. For this reason, this study is the result of improvement of the research and evaluation project of a production line of Termistores de Tecate Company, to increase the productivity of P201X product . To the increase of customer demand, we had the need to re-structure the product line, to make it more efficient.

The main objective was to apply improving tools and technical of industrial engineering to increase productivity of the line in study.

Key words: to re-structure, cell manufacturing, lean manufacturing, just in time, 5S's.

1 CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El presente trabajo de tesis consiste de una revisión bibliográfica de la información concerniente a las metodologías de mejora manufactura esbelta, kanban, poka yoke, manufactura celular. Es importante mencionar que actualmente existe gran cantidad de autores e información referente a estas metodologías, de las que se realizarán cuadros donde se resuman los conceptos más relevantes de la variedad de fuentes existentes.

Este trabajo se va a desarrollar y aplicar en la empresa Termistores de Tecate ubicada en Tecate, B. C., la cual se dedica a la manufactura de sensores de temperatura a nivel mundial, de la cual se realizará una breve reseña en el capítulo 3, con la finalidad de que el lector conozca mas a fondo las actividades de dicha empresa.

En este mundo globalizado, en el que es necesario ser más competitivo para poder cumplir con las exigencias del cliente, es necesario mantener un sistema de mejora continua, que respalde la calidad del producto que se comercializa, de tal manera que cada una de las partes (proveedor-cliente) obtenga los mejores beneficios. Así, para competir en el mercado actual, las empresas tienden a ser más eficientes y concentrarse en eliminar el desperdicio en todos sus procesos.

La competitividad de una empresa y la satisfacción del cliente están determinadas por la calidad del producto, el precio y la calidad del servicio. Se es más competitivo si se puede ofrecer mejor calidad, a bajo precio y en el menor tiempo. Hoy por hoy existen diversas metodologías de mejora continua enfocadas en observar la satisfacción del cliente.

Si estas metodologías se aplican de manera correcta, pueden ayudar a muchas empresas a obtener productos y/o servicios de la mas alta calidad a muy bajos costos.

Termistores de Tecate es una empresa comprometida con la calidad y la mejora continua. Dicha empresa enfoca sus esfuerzos en cumplir, e incluso exceder las expectativas de sus clientes. Razón por la cual se realiza este estudio para la mejora de sus procesos, tratando de implementar celdas de manufactura, kanban, poka yoke y manufactura esbelta.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Haciendo un análisis (observación) a la línea de manufactura y revisando los requerimientos del cliente, se concluye que la línea que manufactura el producto P201X necesita mejorar su productividad, para poder cumplir con los nuevos requerimientos del cliente.

Actualmente la producción semanal del producto P201X es de 850 unidades. Es importante puntualizar que en los últimos meses han venido incrementando los requerimientos del cliente a niveles tan altos, que la empresa necesita enfocar esfuerzos en estructurar bien la línea de producción, luego incrementar la cantidad de personal teniendo unas bases bien fundamentadas.

De acuerdo a los datos que arrojan los reportes de producción de meses pasados, la línea no alcanza los niveles de producción requeridos para cubrir la demanda del cliente. Esta situación provocó que la empresa tuviera que pagar tiempo extra para lograr cumplir con la demanda del cliente.

Para lograr el incremento en la productividad de la línea de producción del producto P201X, se analizan los datos que arroja la comparación del estado actual con la demanda del cliente y así detectar las oportunidades de mejora.

Se encontró que no hay un flujo bien establecido en la línea de producción, por lo que se determinará éste en una sola dirección; se semi-automatizará el corte de manguera, que actualmente se hace de forma manual; se incorporará una cámara de vacío, para evitar el transporte del producto de una línea a otra para hacer esta operación; se acortará la operación de secado de silicón en horno de 50°C por 2 horas, a 25 minutos utilizando una lámpara de luz infrarroja y se elimina el viaje al horno.

También se hará una evaluación de 5S's, ya que en la observación y análisis de la línea de producción se encontraron objetos no relacionados con el producto sobre las mesas de trabajo, herramienta innecesaria y herramienta fuera de su lugar cuando no esta en uso.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

El objetivo general de esta tesis es aplicar técnicas y herramientas de mejora, como son manufactura esbelta, kanban, poka yoke, para aumentar la productividad, con un mínimo de desperdicio para tener clientes satisfechos con productos de calidad y a tiempo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Revisar y analizar el proceso actual de la línea de producción del producto P201X.
- Analizar los tiempos de proceso en la línea y tiempos de viaje a otras líneas de producción donde se encuentra el equipo necesario para la elaboración del producto.
- Detectar posibles puntos de mejora.
- Aplicar la metodología de manufactura celular, manufactura esbelta, poka yoke y 5S's para la mejora del proceso.

1.4 HIPÓTESIS

¿La aplicación de los sistemas de mejora como son manufactura celular, manufactura esbelta, poka yoke y 5S's, ayudarán a la empresa Termistores de Tecate a incrementar la productividad en la línea que manufactura el producto P201X aumentando sus niveles de eficiencia y reduciendo el desperdicio?

Hipótesis nula H_0 = La productividad no va a incrementar al aplicar los sistemas de mejora en la línea del producto P201X de la empresa Termistores de Tecate.

Hipótesis alternativa H_A = la productividad va a incrementar al aplicar los sistemas de mejora en la línea del producto P201X de la empresa Termistores de Tecate.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación del trabajo de tesis servirá para determinar la productividad actual en la línea y lo que está ocasionando no cumplir con los requerimientos del cliente. Así mismo servirá para determinar las mejoras que se pueden realizar para aumentar la productividad en la línea.

El resultado de esta tesis no solo beneficiará a la empresa Termistores de Tecate, sino que puede tener un impacto en las demás maquiladoras en este entorno regional o municipal, al proporcionar metodología y herramientas para hacer más productivas sus propias líneas de trabajo, esto por supuesto, sin afectar la calidad del producto.

Así mismo este estudio podrá dar a conocer la factibilidad del uso de herramientas de mejora para implementarlas y seguir actualizándolas con el paso de los años.

La información que se obtenga de este trabajo de tesis podrá ayudar a mejorar otras líneas de producción o a otras pequeñas empresas desarrollando sistemas de mejora, pues ya contarán con datos de esta investigación y con los formatos necesarios para el uso de las herramientas.

La aplicación de manufactura esbelta, kanban y poka yoke traerá grandes beneficios para el mejoramiento del proceso para la obtención de líneas balanceadas, con procesos estables, libres de errores y de desperdicio.

1.6 VIABILIDAD

La empresa en estudio cuenta con la infraestructura, materias primas, herramientas, permisos, etcétera, y todo lo necesario para llevar a cabo este proyecto. El software necesario para la colección y análisis de datos, para determinar mejor el estado actual de la línea de producción para poder analizar dichos datos, y que nos arrojen mayor cantidad de información acerca del producto en estudio.

1.7 APORTACIÓN

- Sentar las bases para implementar sistemas de mejora considerando las metodologías para procesos denominadas manufactura esbelta, con kanban, y poka yoke a una empresa en un entorno regional.
- Aumentar la productividad de la línea de producción del producto P201X, al aplicar los sistemas de mejora, en la empresa Termistores de Tecate.
- Publicar los resultados del trabajo en estudio en un congreso Internacional y/o nacional reconocido.

1.8 RELEVANCIA O CONVENIENCIA SOCIAL

Teniendo un producto que fluya continua y suavemente, a unos operadores capacitados, conscientes de la importancia de su trabajo, de que la calidad la hacen ellos al hacer bien las cosas a la primera vez, tenemos como resultado una línea y unos operadores que pueden servir de modelo para la implementación de nuevas líneas de trabajo dentro de la misma planta o en otra empresa.

La empresa puede ganar reconocimiento y prestigio a nivel mundial por su trabajo y producto de calidad, obteniendo como resultado que pueda tener más competitividad en el mercado.

2 CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 MANUFACTURA CELULAR.

Manufactura celular es un proceso de manufactura el cual produce familias de partes dentro de una sola línea o célula, dirigida por operadores que trabajan solamente en esa célula. Una célula es una producción a pequeña escala claramente definida dentro de una fábrica grande. Esta unidad tiene responsabilidad completa de la producción de una familia de partes similares o de un producto.

La manufactura celular es una aplicación del grupo de tecnologías y ha sido descrita como la piedra angular para alcanzar status de manufactura de clase mundial. El objetivo de la manufactura celular es diseñar células de tal manera que se optimice alguna medida en su desempeño. Esta medida de desempeño puede ser la productividad, el tiempo de ciclo, reducción de costos o alguna otra medida de logística.

La manufactura celular es uno de los elementos más importantes del proyecto de manufactura esbelta, ya que permite acelerar el ciclo de producción y producir con flujos suaves y continuos y además se relaciona con los cambios de la distribución de planta. Es una de las aplicaciones más impactantes de la aplicación práctica de la manufactura de clase mundial, ya que sus resultados son muy sobresalientes en reducción de costos y ambiente de trabajo.

En los esfuerzos por mejorar las líneas de producción se utiliza un poco de manufactura celular, manufactura esbelta, respuesta rápida, justo a tiempo, reingeniería de procesos, trabajo en equipo o alguna otra filosofía reciente de manufactura. Todo esto de alguna forma es correcto, todo es manufactura celular, ya que son los cimientos de la mayoría de los paradigmas de mejora.

Sabemos que las células podrían no ser la mejor solución para todas las situaciones, pero se tiene la firme creencia de que los principios básicos sobre los que se apoyan las células, en dedicar y poner más cerca todos los recursos y asignar responsabilidades para la terminación del producto deben ser una luz guía para el diseño de manufactura. [1]

La adopción de células o diseño de células debe empezar con una estrategia para asegurar que la reorganización celular pueda apoyar los objetivos de la compañía.

La distribución celular asigna máquinas diferentes a una célula de trabajo de productos cuya forma y requerimientos de procesamiento son similares. La distribución celular se utiliza ampliamente en la actualidad para la fabricación de metal, de chips para computadora y en el trabajo de ensamble. El objetivo general es obtener los beneficios de la distribución por productos para distintas clases de producción en el taller.

Tabla 2-1 Células de manufactura

PRERREQUISITOS	CARACTERISTICAS
Tiempos de montaje de preparación bajos	Más dependiente de la gente que de las máquinas.
Volumen suficiente.	Las operaciones se balancean con base en tiempos de ciclo.
Habilidades de solución rápida de problemas en línea.	Equipo flexible en vez de supermáquinas.
Agrupar por familias de producción.	Mover pequeñas cantidades. Distancias cortas.
Entrenamiento multifuncional a operadoras.	Distribución compacta.
	Todo en su lugar.

Fuente: Monografías.com

2.1.1 Beneficios de la distribución celular

Muchas compañías que han utilizado manufactura celular, han reportado mejoras en desempeño y menores efectos adversos, relativamente. Las mejoras citadas parecen haber ocurrido muy rápido, e incluyen reducción del trabajo en proceso, producto terminado, tiempo de proceso, órdenes tarde, desperdicio, mano de obra directa y espacio.

En particular, se han mejorado la producción y el control de la calidad, ya que al dividir la fábrica en unidades productivas pequeñas y homogéneas, la producción y su

control de la calidad se han hecho más fáciles. Ya que enfocando la actividad del control de calidad en una unidad de producción o un tipo de parte, la célula puede dominar rápidamente los requerimientos de calidad necesarios. [5]

Los siguientes son algunos de los beneficios que se obtienen al hacer una distribución celular:

1. Mejores relaciones humanas. Las células se componen de pocos trabajadores que forman un pequeño equipo de trabajo que produce unidades completas.
2. Experiencia mejorada del trabajador. Los trabajadores solo ven un número limitado de partes diferentes en un ciclo de producto infinito, de manera que la repetición significa rápido aprendizaje.
3. Menos inventario en proceso y menos manejo de material. Una célula combina varias etapas de producción, de manera que un número menor de partes recorre todo el taller.
4. Preparación más rápida de la maquinaria. Menos trabajos significa menos herramienta y, por consiguiente, cambios más rápidos de las mismas.

2.1.2 Desarrollo de una distribución por célula de trabajo

El cambio de la distribución por procesos a la distribución celular implica tres pasos:

1. **Agrupar** las partes en familias que siguen una secuencia común de pasos. Éste paso requiere desarrollar y mantener una clasificación de partes computarizada y un sistema de codificación. Muchas veces estos sistemas representan un gasto mayor, aun cuando muchas compañías han desarrollado procedimientos abreviados para identificar las familias de partes.
2. **Identificar** los patrones dominantes del flujo de familias de partes como base para la ubicación o reubicación de los procesos.
3. **Agrupar** físicamente las máquinas y los procesos en células. A menudo habrá partes que no puedan asociarse con una familia y maquinaria especializada que no pueda colocarse en una sola célula de utilización general. Estas partes y maquinaria no incorporadas se colocan en una célula de remanentes. [2]

2.1.3 Evolución de la manufactura

Los inicios de la manufactura se tienen con la producción artesanal, aproximadamente desde el año de 1800. Asociado con la evolución de la manufactura está el incremento de la productividad en cada una de las transformaciones, como lo muestra el cuadro siguiente. Cada uno de los nuevos sistemas produjo una mejora substancial en la productividad sobre el sistema que desplazó [3].

Tabla 2-2 Evolución de la manufactura

	Sist. inglés (1800-1850)	Sist. Americano (1850-1900)	Directiva científ. De Taylor (1900-1950)	Mundo dinámico (1950-)	Era de las NC (1970-)	CIM (1980 -)	Empresas Ligeras
No típico de máquinas.	3	50	150	150	50	30	Conteo de sistemas, no máq.
Mínimo número de gente por eficiencia	40	150	300	300	100	30	Conteo de gente en el equipo.
Personal/razón de gente	0:40	20:130	60:240	100:200	50:50	20:10	40:10?
Incremento de productividad sobre época previa.	4:1	3:1	3:1	3:2	3:1	3:1	3:1?
Retrabajo como fracción del total de trabajo.	.8	.5	.25	.08	.02	.005	.002?
Enfoque de ingeniería.	Mecánica	Manufactura	Industrial	Calidad	Sistemas	Conocimiento	Entendimiento de sistemas
Enfoque del proceso.	Precisión	Repetibilidad	Reproducibilidad	Estabilidad	Adaptabilidad	Versatilidad	Ágil o ligera

Fuente: Nyman, Lee R., "Making Manufacturing cells work", Society of Manufacturing Engineers, printed in 1992, First edition, page 4.

2.2 QUÉ ES LA MANUFACTURA ESBELTA

Son varias herramientas que ayudan 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. La manufactura esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William E. Deming, Taiichi Ohno y Shigeo Shingo son algunos de ellos.

El sistema de Manufactura flexible o Manufactura esbelta ha sido definido como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.

El respeto por el trabajador: Kaizen.

La mejora consistente de Productividad y Calidad.

Beneficios de la aplicación de Manufactura Esbelta. Son implantar una filosofía de Mejora Continua que les permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

Manufactura Esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. Específicamente, Manufactura Esbelta:

Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente.

Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción.

Crea sistemas de producción más robustos.

Crea sistemas de entrega de materiales apropiados.

Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad. [5]

2.2.1 Algunos de los beneficios que genera la aplicación de la manufactura [4]

- Reducción hasta de un 50% o más del espacio utilizado para manufactura.
- Reducción de la distancia entre los procesos.
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.

- Reducción de tiempos de entrega (desde el pedido hasta entrega del producto terminado) en promedio hasta un 50%.
- Reducción hasta de un 50% en promedio del tiempo de ciclo de manufactura.
- Reducción hasta del 100% del tiempo de preparación de cambio de modelo.
- Reducción de costos del producto, en promedio 30%.
- Reducción de costos de herramientas para un nuevo producto.
- Reducción de defectos 50% en promedio, lo que se traduce en una mejor calidad.
- Reducción de rechazos y desperdicio.
- Reducción de costos por inventario.
- Respuesta rápida al mercado.
- Menos mano de obra.
- Mayor eficiencia de equipo.
- Mayor tiempo de vida media de la maquinaria y equipos.
- Sistemas de producción más robustos.
- Mejor comunicación con el cliente.

Para aplicar la manufactura esbelta se analiza la línea de producción buscando las oportunidades de mejora; se toman datos del desempeño de la línea de producción; se proponen las mejoras y se llevan a cabo (se capacita también al personal); se toman datos del desempeño de la línea de producción con las mejoras implementadas; se analizan los datos obtenidos, se comparan y se concluye.

2.2.2 Herramientas utilizadas comúnmente en manufactura esbelta.

Los elementos de la manufactura esbelta se aplican a través de una serie de herramientas, entre las que destacan 5S's.

2.3 METODOLOGIA BASADA EN EL SISTEMA LLAMADO 5S'S

Este concepto se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo, así como lograr que las personas tengan una mejor disposición para elaborar

productos de alta calidad y brindar un servicio excelente a los clientes. Las 5S's provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una “cultura japonesa” ajena a nosotros, es mas, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5S's, aunque no nos demos cuenta. Las 5S's son:

Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: Seiri, eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil.

Ordenar: Seiton, organizar el espacio de trabajo de manera eficaz.

Limpieza: Seiso, mejorar el nivel de limpieza de los lugares.

Estandarizar: Seiketsu, señalar anomalías, prevenir la aparición de la suciedad y el desorden.

Disciplina: Shitsuke, seguir mejorando y fomentar los esfuerzos en este sentido.

Resumiendo, el total del sistema permite:

- Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal (es más agradable trabajar en un lugar limpio y ordenado),
- Reducir los gastos de tiempo y energía,
- Reducir los riesgos de accidentes o sanitarios,
- Mejorar la calidad de la producción,
- Seguridad en el trabajo.

2.4 SISTEMA JUSTO A TIEMPO

JIT o Justo a Tiempo nace en Japón cuando Taichi Ohno desarrolla una nueva forma de coordinar el flujo de partes en el sistema de producción, esto con el propósito de hacer mas eficientes los procesos, para gestionar y reducir el tiempo en la elaboración y entrega de productos terminados.

JIT es un conjunto integrado de actividades diseñadas para alcanzar grandes volúmenes de producción utilizando inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados. Por lo tanto, justo a tiempo es una filosofía industrial que consiste en

la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir, todo lo que implique subutilización en un sistema desde compras hasta producción. [1]

Tabla 2-3 Características de empresas ligeras

Características de empresas ligeras.	Impacto de la manufactura celular como un subsistema de poder.
Concurrencia en diseño y manufactura.	Substancial.
Educación continua.	
Respuesta del cliente.	Substancial.
Dinámica multi-riesgo.	Substancial.
Empleados valorados.	
Empleados con autoridad en los equipos.	Substancial.
Benigno al medio ambiente.	
Re-configuración sensible.	Substancial.
Información accesible y usada.	Moderado.
Empleados informados.	Substancial.
Calidad sobre la vida del producto.	Moderado.
Tiempo de ciclo corto.	Substancial.
Liderazgo en tecnología.	Substancial.
Tecnología sensible.	
Integración total de la empresa.	Substancial.
Directiva basada en la visión.	Moderado.

La manufactura celular contribuye a alcanzar muchas de las características de una empresa ligera. Fuente: Nyman, Lee R., "Making Manufacturing Cells Work", Society of Manufacturing Engineers, printed in 1992, first edition, page 5.

2.4.1 Filosofía Justo a Tiempo. Conceptos

Es un conjunto integrado de actividades diseñado para lograr un alto volumen de producción, utilizando inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados. El sistema JIT se basa en la lógica de que nada se producirá hasta cuando se necesite.

El principio del sistema Justo a Tiempo es eliminar fuentes de pérdida industrial consiguiendo la cantidad correcta de materiales brutos y produciendo la cantidad correcta de productos en el lugar correcto en el momento correcto.

El sistema JIT puede ser grande (con frecuencia llamado producción ligera) que representa la filosofía de la gerencia de operaciones que trata de eliminar el desperdicio en todos los aspectos de las actividades de producción de la empresa: relaciones humanas,

relaciones con los proveedores, tecnología y administración de materiales y de inventarios. El sistema JIT pequeño se concentra más en programar los inventarios de bienes y en ofrecer recursos de servicios cuando y donde se necesitan.

La filosofía JIT reduce o elimina buena parte del desperdicio en las actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina) en un negocio de manufactura. Hace hincapié en poner bajo control el proceso de producción y mantener ese control a fin de poder ejecutar el primer plan sin necesidad de trazar otros nuevos. Esta filosofía se convierte en un medio poderoso para mejorar la producción.

Las siguientes son características de la producción ligera o JIT:

- * Esta limitado a la producción repetitiva.
- * Requiere de un nivel estable de producción (un mes normalmente).
- * No permite gran flexibilidad en los productos fabricados (se manejan por familias).
- * Requiere de producción en proceso cuando se usa con el kanban, de modo que siempre haya algo que sacar, o sea que el trabajo terminado debe ser almacenado en el lado de cada estación de trabajo corriente abajo, de modo que lo pueda sacar la siguiente estación de trabajo.
- * Los proveedores tienen que estar ubicados cerca, porque el sistema depende de entregas mas pequeñas y frecuentes.

Pasos a realizar para introducir el sistema Justo a Tiempo a una empresa:

Primero, revolución del conocimiento, el cual significa que se debe abandonar el concepto viejo para adoptar la nueva filosofía (retirar conceptos de la tradición vieja, asumir el nuevo método, no se acepta ninguna excusa, no se busca la perfección, los errores se deben corregir inmediatamente, no gastar dinero en mejoras, usar la cabeza para resolver los problemas, preguntar varias veces antes de tomar una decisión, la información que surge de dos cabezas es mejor que de una, y las mejoras no tienen límites, ya que se puede seguir mejorando; segundo, la implementación de 5S's para mejorar la estación de trabajo; tercero, establecimiento del flujo de producción, el cual consta de varios puntos: colocar las máquinas en sucesión, fabricación celular, producir un pedazo en un momento, tener operadores multi-experimentados, seguir el tiempo de ciclo y usar máquinas pequeñas y especializadas; cuarto, manejo de multi-procesos, que se refiere a tener a un operador que

sea responsable de varios procesos dentro de una célula, haciendo uso eficiente de ella; quinto, operaciones estándar, que significa producir con calidad y reducir costos a través de reglas eficaces y métodos de colocación de personas, productos y máquinas.

¿Qué es lo que puede motivar a una empresa a implementar JIT? Una crisis competitiva y tal vez la posibilidad de la caída de participación en el mercado.

2.4.2 Aplicaciones JIT de más éxito

ORGANIZAR grupos para resolver problemas. Varias compañías están extendiendo sus círculos de calidad de manufactura de modo que también lleguen a sus operaciones de servicios.

MEJORAR el buen orden y limpieza. Un buen orden y limpieza significa bastante más que ganar el premio de la escoba más limpia. Significa que, en la zona de trabajo, solo estarán guardados los objetos necesarios, que cada cosa estará en su lugar y que todo estará limpio y siempre listo para usarse. Los empleados asean sus áreas.

Algunas organizaciones de servicio han reconocido la enorme importancia del buen orden y limpieza. Su dedicación a estas actividades ha significado que los procesos de sus servicios funcionen mejor, que la actividad de mejora continua se adopte con más facilidad y que los clientes perciban que están recibiendo un mejor servicio.

MEJORAR la calidad. La única vía para mejorar la calidad sin detrimento de los costos es desarrollar procesos con capacidades confiables. La calidad de un proceso significa calidad de origen, esto garantiza que desde la primera vez los productos y servicios serán producidos de manera uniforme y consistente.

ACLARAR los flujos del proceso. Aclarar los flujos, con base en los temas de JIT, mejora bastante el desempeño del proceso. Algunos ejemplos son:

La corporación FEDEX cambió los patrones de sus vuelos de origen a destino, optando por los de origen a aeropuerto central, donde la carga se transfiere a un avión que sale con rumbo a un destino. Esto revolucionó la industria del transporte aéreo. Luego, el departamento de ingresos de pedidos de una fábrica dejó los sub departamentos por funciones y los cambió por grupos de trabajo sustentados en los clientes, asimismo redujo el tiempo de entrega del procesamiento de pedidos de ocho días a dos.

REVISAR las tecnologías del equipo y los procesos. Implica evaluar el equipo y los procesos para saber si cumplen con los requisitos del proceso, actúan consistentemente dentro de los márgenes de tolerancia y embonan con la escala y la capacidad del grupo de trabajo.

NIVELAR la carga de las instalaciones. Las empresas de servicios sincronizan la producción con la demanda. Han desarrollado métodos únicos para nivelar la demanda de modo que no tengan a los clientes esperando para obtener un servicio. Las tiendas minoristas usan el sistema de tomar un número. La oficina de correos cobra más por la entrega al día siguiente; estos son ejemplos del método de los servicios para crear cargas uniformes en sus instalaciones.

ELIMINAR actividades innecesarias. Una parte del proceso que no agrega valor puede ser eliminada; asimismo puede considerársele para la reingeniería, de modo que mejore la consistencia del proceso o disminuya el tiempo para desempeñar las tareas.

REORGANIZAR la configuración física. La configuración de las áreas de trabajo muchas veces requiere una reorganización cuando se instituye el sistema JIT. Los fabricantes lo hacen estableciendo celdas de manufactura para producir bienes en lotes pequeños, en sincronía con la demanda. Estas celdas serían como mini-fábricas dentro de la planta.

En este sentido, casi todas las empresas que ofrecen servicios van muy a la zaga de los fabricantes. No obstante, este sector nos ofrece ejemplos interesantes. Algunos hospitales en lugar de enviar a los pacientes por todo el edificio para que se hagan exámenes, saquen radiografías y reciban inyecciones, están reorganizando sus servicios en forma de grupos de trabajo basados en el tipo de problema. Los equipos que sólo tratan traumatismos son comunes, pero también han formado otros grupos para tratar problemas menos urgentes, como serían las hernias. Esto último sería como tener micro-clínicas dentro del hospital.

PONER en práctica programas movidos por la demanda. Dada la naturaleza de la producción y el consumo de los servicios, los programas movidos por la demanda, son primordiales para operar un negocio que ofrece servicios. Es más, muchas empresas de éstas están dividiendo sus operaciones en instalaciones de “cuarto de atrás” y de “contacto con los clientes”. Este método crea problemas nuevos para coordinar los programas de las dos instalaciones.

DESARROLLAR redes de proveedores. El término redes de proveedores en el contexto del sistema JIT se refiere a la asociación cooperativa de proveedores y clientes que trabajan a largo plazo para ventaja de las dos partes. Las empresas que ofrecen servicios no han dado importancia a las redes de proveedores de materiales porque los costos de los servicios suelen ser predominantemente de mano de obra. Algunas excepciones incluirían organizaciones de servicios como Mc Donald's, uno de los compradores de productos alimentarios más importantes del mundo. Un pequeño fabricante reconoció que necesitaba una relación de cooperación para conseguir empleados temporales y también algunas de sus partes. Está considerado hacer una campaña para establecer relaciones del tipo JIT con un servicio de empleo temporal y una escuela de comercio con el fin de desarrollar fuentes confiables de ensambladores capacitados.

La filosofía y los elementos de la producción del sistema Justo a Tiempo desarrollado en Japón, tiene como punto de referencia la producción ligera, y se basa en dos puntos medulares de la cultura japonesa: eliminar el desperdicio y respetar a las personas[2].

2.4.3 Eliminación de desperdicios

Fujio Cho (presidente de Toyota) define el término desperdicio como: “todo aquello que exceda el mínimo de equipo, materiales, partes y trabajadores (horas de trabajo) que sean absolutamente esenciales para la producción”. Fujio amplía la definición de JIT identificando siete tipos principales de desperdicio que se deben eliminar: a) el que se produce debido al exceso de producción, b) el que es derivado del tiempo de espera, c) el que resulta en el transporte, d) el que se observa en los inventarios, e) el que es consecuencia de los procesos, f) el que se refiere a los movimientos y g) el que resulta de defectos en los productos.

Esta definición no da espacio para las existencias de reserva, ni para los excedentes de esta y tampoco permite las existencias de reserva, porque si no se usa algo inmediatamente, entonces no necesitamos fabricarlo enseguida, porque sería un desperdicio. Estos son los elementos que se requieren para eliminar el desperdicio: [2]

Las redes de fábricas enfocadas.

Grupos de tecnología.

La calidad en la fuente.

La producción JIT.

Las cargas uniformes en la planta.

El sistema de kanban para controlar la producción.

Los tiempos mínimos en cambios de maquinaria.

Tabla 2-3 Tipos de desperdicios

DESPERDICIO.	FORMA DE ELIMINARLOS.
Sobreproducción.	Reducir tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo sólo lo necesario.
Espera.	Sincronizar flujos, balancear caargas de trabajo; trabajador flexible.
Transporte.	Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo/ transporte; racionalizar aquellos que no se pueden eliminar.
Proceso.	Analizar si todas las operaciones deben realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad del producto.
Inventarios.	Acortar tiempos de preparación, de respuesta y sincronizarlos.
Movimiento.	Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia, primero mejorar y luego automatizar.
Productos defectuosos.	Desarrollar el proyecto para prevenir defectos. En cada proceso no hacer ni aceptar defectos. Hacer los procesos a prueba de tontos.

Fuente: Chase, Jacob, Aquilano, Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja competitiva, Editorial Mc Graw Hill, Décima Edición, pagina 478.

2.4.4 Calidad en la fuente

Significa hacer las cosas bien la primera vez y cuando algo resulta mal, se detiene el proceso o la línea de montaje de inmediato. Los trabajadores de la fábrica son sus propios inspectores y se encargan personalmente de la calidad de la producción. Los trabajadores se concentran en una parte del trabajo en cada ocasión, de modo que pueden

descubrir si hay problemas de calidad. Si el ritmo es demasiado rápido, si el trabajador encuentra un problema de calidad o si descubre un problema de seguridad, tiene la obligación de oprimir un botón para detener la línea y encender una señal visible. Las personas de otras áreas reaccionan ante la alarma y el problema.[2]

2.4.5 Cargas uniformes en la planta

Se cree que equilibrar el flujo de la producción con el fin de amortiguar las ondas que generalmente se presenta como reacción ante variaciones en las actividades programadas.

2.4.6 Reducir al mínimo los tiempos de preparación de las maquinas

En virtud de que los lotes pequeños constituyen la norma, es necesario preparar rápidamente las máquinas para poder producir los diversos modelos en la línea. Un ejemplo muy citado de los años setenta: los equipos de operadores de prensa de Toyota que producían toldos y defensas de autos pudieron cambiar una prensa de 800 toneladas en diez minutos, en comparación con un promedio de 6 horas que requerían los trabajadores estadounidenses y cuatro horas los alemanes (en estos días es común la velocidad de diez minutos en todas las plantas estadounidenses). Para reducir los tiempos de preparación, esta se divide en actividades internas y externas. La preparación interna se debe realizar con una máquina que no está en funcionamiento. La preparación externa se puede hacer mientras la máquina está funcionando. [2]

2.4.7 Respeto a las personas

En las empresas japonesas se lucha por garantizar el empleo de por vida en los puestos permanentes, y por mantener nóminas justas a pesar de que las condiciones empresariales se deterioren. Los trabajadores permanentes (aproximadamente el 30% del total de la fuerza de trabajo de Japón) tienen seguridad de empleo y suelen ser más

flexibles, permanecer dentro de una compañía y hacer todo lo posible porque esta alcance sus metas.

Los círculos de calidad de empleados se reúnen todas las semanas para analizar sus trabajos y problemas. Estos grupos tratan de encontrar soluciones para sus problemas y compartirlos con la gerencia. Son liderados por un supervisor o trabajador de producción y normalmente incluyen a los empleados de un área específica de producción. También hay equipos multidisciplinarios encabezados por un líder o un facilitador. [2]

2.5 SISTEMA KANBAN

Su significado en japonés es “tarjeta de instrucciones”. Su principal función es ser una orden de trabajo, es decir, un dispositivo de dirección automático que nos da información de qué se va a producir, en que cantidad, con que medios y como transportarlo. Kanban cuenta con dos funciones principales: control de la producción y mejora de los procesos. Con este sistema de producción, el proceso se conduce de tal forma que cada operación vaya jalando el producto necesario de la operación anterior, en la medida que lo necesite, por ésta razón es que se le considera un sistema de “jalar”. [2]

Una técnica JIT común que se utiliza para controlar la entrega y flujo de materiales hacia y a través de la línea de manufactura es el kanban, que quiere decir “señal visible”. El kanbán puede ser una tarjeta, un contenedor o una señal electrónica. En una línea de manufactura JIT, el kanban se asocia con cada lote de manufactura, y al final, con el lote terminado. Cuando se consume el material, ya sea en la operación subsecuente o en una venta al cliente, el kanban se disocia del lote consumido. Este kanban impulsa entonces, una acción dirigida a reabastecer lo que se consumió.

Unas de las características del kanban son: una producción programada con personal acostumbrado al uso de etiquetas en los lotes, lotes pequeños para la producción, y control visual entre otros.

En la implementación de kanban es importante que el personal encargado de producción, control de producción y compras comprenda como este nuevo sistema va a facilitar su trabajo y mejorar su eficiencia mediante la reducción de la supervisión directa.

Consideraciones antes de la implementación:

- Elaboración de calendarios del ensamble final para el desarrollo de un sistema de producción mixto y etiquetado de todas las partes del proceso.
- Establecer una ruta de kanban que refleje el flujo de los materiales, esto implica designar lugares para que no haya confusiones en el manejo de materiales. Deberá ser obvio cuando el material está fuera de su lugar.
- Debe haber buena comunicación desde el departamento de ventas a producción para aquellos artículos cíclicos a temporada que requieren mucha producción, de manera que se avise con bastante anticipo.
- Se debe tomar en cuenta que aquellos artículos de valor especial deben ser tratados de diferente manera.
- El sistema kanban debe ser actualizado constantemente y mejorado continuamente.

El sistema kanban sólo se puede aplicar en fábricas que impliquen producción repetitiva. (7)

2.6 CASOS DE ÉXITO DE EMPRESAS AL APLICAR SISTEMAS DE MEJORA

Casos de éxito al implementar sistemas de mejora hay muchos alrededor del mundo, a continuación se muestran en la tabla 2-4 varios casos, por mencionar sólo algunos. Hay ejemplos de empresas de algunos países, y terminando con algunos de esta región.

Tabla 2-4 Casos de éxito al aplicar sistemas de mejora

Compañía	Mejoras obtenidas.
Langston, de maquinaria pesada, desde 1960.	1) Tiempo de set up más pequeño por proceso de partes similares; 2) habilidad para hacer corridas más pequeñas por reducción del tiempo de set up; 3) incremento de la productividad de operadores por conocimiento mejorado de la familia de partes; 4) incremento del control visual del trabajo en proceso; 5) reducción del tiempo de entrega, de 4 a 6 semanas a 2 a 5 días y 6) reducción de personal de 13 a 6.
Jones & Lamson Machine Company,	1) Las largas esperas entre los departamentos se

desde 1920.	eliminaron; 2) Hubo simplificación en control de producción, control de inventario, costos de contabilidad.
Diplomas Jostens, de Red Wing, Minnesota.	Tenían dificultad para manejar pedidos agregados, ya con célula pudieron responder en 24 a 48 horas (antes era de 2 a 2.5 semanas).
Motherwell, Escocia, ensamblaje de automóviles, desde 1994.	Mejoraron en sus líneas de ensamblaje en calidad, velocidad de ensamble y flexibilidad para hacer cambios de modelos.
Dell Computer.	Mejoraron haciendo intercambio de maquinaria de alto nivel, con maquinaria de bajo nivel, ya que acortaron el tiempo de ciclo.
Empresa argentina de calzado.	1) Cuentan con una cultura de mejora continua; 2) encontraron demanda para su variedad de productos; 3) redujeron costos de manufactura en un 25%; 4) duplicaron la cantidad de lanzamientos de estilos por año; 5) redujeron en 20% los tiempos de desarrollo; 6) mejoraron el servicio al cliente.
JS Plásticos de Tecate.	1) Se redujo el tiempo de entrega; 2) se redujo el tiempo de proceso en un 20%; 3) los operadores se entrenaron para hacer varias tareas.
Hartwell Dzus Tecate.	Dos departamentos cambiaron a celdas de manufactura: 1) se cambió a flujo de una pieza; 2) en vez de lotes empezados tienen piezas terminadas; 3) tiempo de entrega mas corto; 4) la respuesta al cliente es más rápida.
Rockwell de Tecate	1) Reducción de espacios hasta de un 40%; 2) reducción de tiempos de proceso de 20%; 3) los tiempos de entrega son más rápidos.

3 CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA TERMISTORES DE TECATE

Introducción

La presente tesis es un trabajo de investigación acerca de manufactura celular, manufactura esbelta, sistemas justo a tiempo, poka yoke, 5S's. Es un tema estudiado ampliamente pero no muy utilizado aún en las empresas, establecidas en poblaciones pequeñas, como es este caso.

El presente estudio se llevó a cabo con la finalidad de implementar sistemas de mejora en una línea de producción para mejorar su productividad, y en el futuro estudiar y analizar las demás líneas para mejorarlas también. Siempre hay maneras de mejorar lo que se ha hecho.

3.1.1 Datos generales de la empresa

❖ Termistores de Tecate, S. A. de C. V

❖ Dirección:

Callejón de Servicio no. 61, Colonia El Encanto,
Tecate, B. C.
C. P. 21485



Figura 3-1 Planta Termistores de Tecate Fuente: Elaboración propia

La planta Termistores de Tecate se localiza al suroeste de la ciudad, detrás de un hotel que está justo sobre la carretera (y a la salida) Tecate-Tijuana. No es una zona industrial, pero ahí se localizan algunas empresas grandes, de importancia para nuestra ciudad.

Termistores de Tecate cuenta con dos edificios, donde alberga a ochenta empleados que laboran de lunes a viernes, con un horario de 7:00 de la mañana a 4:30 de la tarde.

El área total de las instalaciones es de 6,655 metros cuadrados, donde se encuentran las líneas de trabajo que fabrican los productos para sus diferentes usos.

En estas gráficas se muestra que el estudio inició en la planta baja, pero por causas de fuerza mayor (sufrimos un incendio), se tuvo que hacer una redistribución en las dos plantas. En la planta baja estaba la línea de producción del producto P201X, donde lo muestra la Figura 3-1 Planta Termistores de Tecate Fuente: Elaboración propia, ahora tenemos ahí el almacén de materia prima.

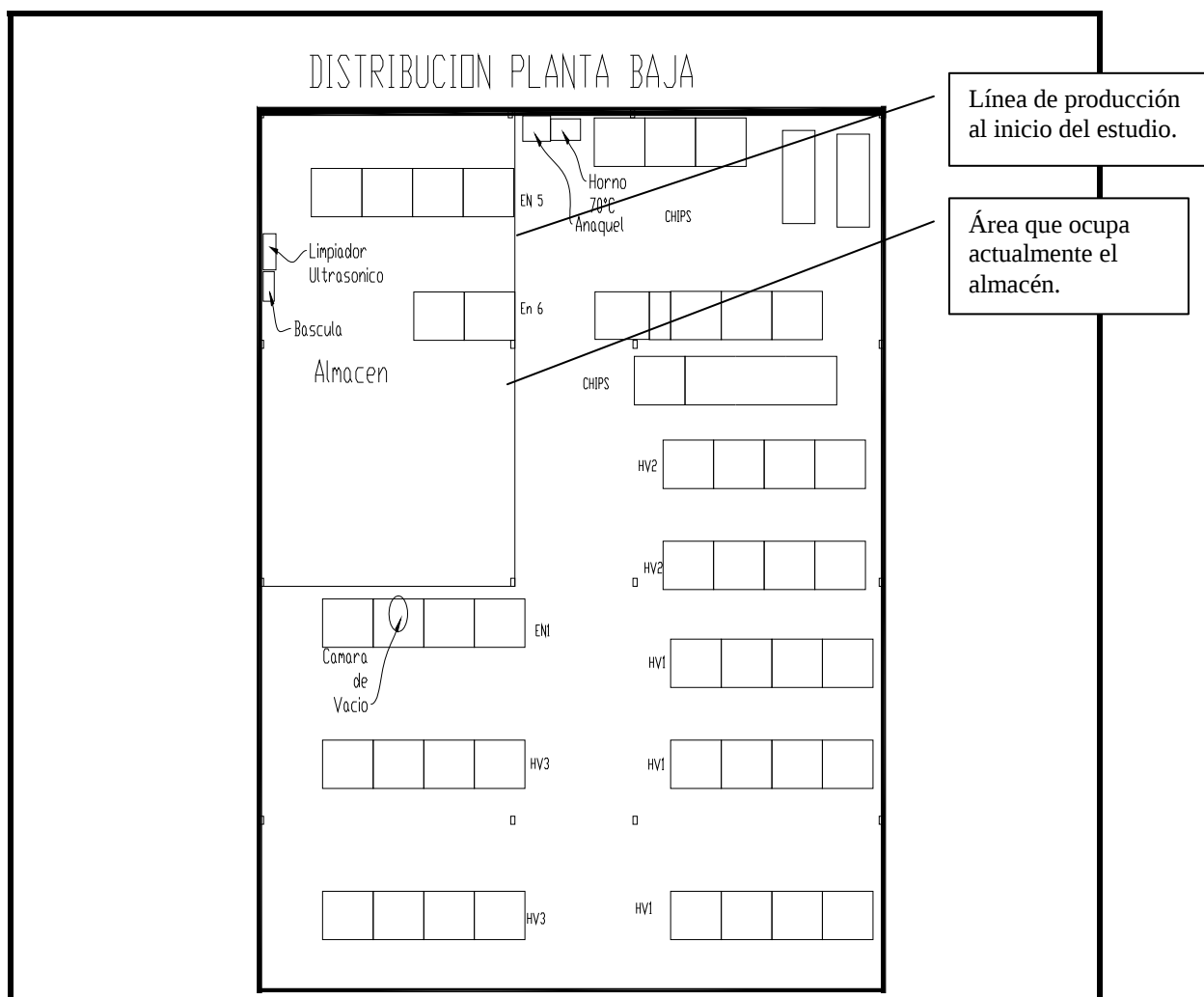


Figura 3-2 Planta Baja. Distribución de líneas en la empresa al inicio del estudio

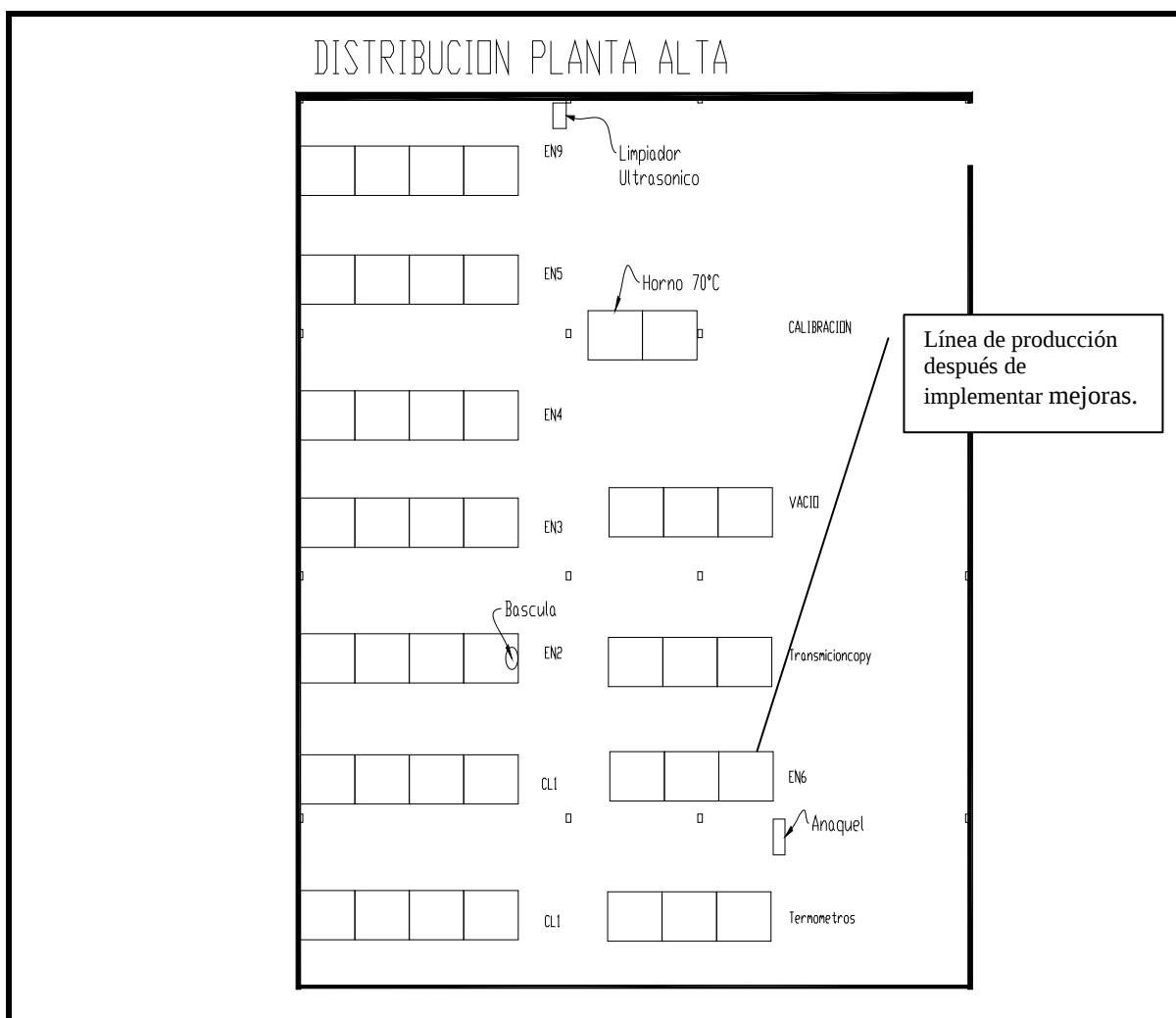


Figura 3-3 Planta Alta. Distribución actual de líneas en la empresa

La línea del producto P201X se movió a la planta alta y se ubicó donde lo muestra la Figura 3-3 Planta Alta. Distribución actual de líneas en la empresa del segundo piso.

3.1.2 Breve reseña de la empresa Termistores de Tecate.

Termistores de Tecate es una empresa que produce sensores de temperatura de alta precisión, los cuales tienen diversos usos, como son de uso médico, residencial e industrial. Hay otra planta hermana en Xiamen China, donde se producen la mayoría de los sensores de uso médico. Como se describirá a continuación, los productos y estrategias de la compañía están enfocados a satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

Fundada en 1978 como una sociedad, cotiza en la bolsa de valores de Australia, desde el año 2005, bajo el símbolo ATX. Se dedica a la fabricación de sensores de temperatura, proveyendo productos a grandes compañías como son Siemens, Bapi, Trane, Smiths Medical, Tyco, Abbott entre otros. La planta de Tecate, alberga a 70 empleados, la planta de Xiamen China, alberga a más de 200 empleados.

Cuando se hizo la transferencia de la línea de trabajo del P201X solamente se capacitó a dos operadores, en ese tiempo la demanda del cliente era pequeña y se cubría perfectamente con el trabajo de esos dos operadores, por lo que no hubo necesidad de capacitar más personal. Ahora la situación ha cambiado, ahora tenemos una demanda que se incrementó enormemente, debido a eso, nos vemos en la necesidad de reestructurar la línea de trabajo, utilizando herramientas de mejora para poder incrementar la producción.

Para lograr esto, se va a tratar de implementar el concepto de manufactura celular, auxiliándose de sistemas de mejora como es la manufactura esbelta y de un sistema de 5 S, la cual representa una estructura organizacional que busca reducir los tiempos de manufactura, reducir el desperdicio, mejorar el costo del producto, mejorar la calidad, hacer los envíos a tiempo, y a la vez crear una atmósfera en los empleados de compromiso y una mejora continua.

3.2 LA PRODUCCION ACTUAL EN LA EMPRESA

Al analizar la posible implementación de un sistema de manufactura celular en la línea que manufactura el producto P201X se examinó qué es lo que se busca con el esquema de celdas de manufactura, encontrando que la prioridad es crear la mejor distribución y acomodo del equipo en función de la secuencia del proceso para reducir el tiempo de fabricación, e incrementar la productividad.

En el estado actual de la línea, las operadoras se acomodan donde mejor les parece para hacer su trabajo, no teniendo una secuencia clara ni bien establecida del flujo del material.



**Figura 3-4 Estado de la línea de producción del producto P201X, al inicio del estudio.
Se puede apreciar un poco de desorden**



Figura 3-5: Otra vista del estado de la línea al inicio del estudio. El producto se va a empacar y junto a las bolsas se alcanza a ver un llavero

El presente estudio se llevó a cabo para verificar la factibilidad de la aplicación de sistemas de mejora, como son manufactura celular, manufactura esbelta y 5 S.

3.2.1 Sujetos

Se estudió una línea de producción operada por 2 a 3 personas.

3.2.2 Métodos de evaluación

Se utilizaron los siguientes materiales de evaluación:

1. Observación directa.

2. Reportes de producción semanales (Anexo 2).

3.2.3 Procedimiento

I. Diagnóstico

La primera actividad consistió en realizar un diagnóstico observando y analizando el estado actual de la línea de producción en cuestión de tiempo de elaboración del producto, de organización, almacenamiento de los materiales en la línea, los traslados que había que hacer para tomar materiales de almacén y también para utilizar equipo necesario y que no se encontraba a la mano (o en la línea de producción) y la limpieza.

II. Reportes de producción semanal

Para obtener información, se tomaron datos históricos de los reportes de producción que nos dijeran el estado y la producción actual por semana, (ejemplo en anexo 2) de la línea de producción en estudio. Se tomaron los datos de cinco semanas, obteniendo un promedio de 850 piezas producidas por semana. También se calculó la productividad.

Ejemplo de una semana de producción.

III. Propuesta I

El cliente comenzó a hacer pedidos urgentes de producto P201X, las 2.5 personas en promedio que estaban en la línea sólo podían producir alrededor de 850 piezas por semana, el cliente seguía pidiendo producto. Se empezó a observar la línea para determinar dónde se estaba tardando el producto en avanzar en su paso por la línea. Así fue como se llegó a la conclusión de que para cubrir los requerimientos del cliente se necesitaba trabajar tiempo extra o reestructurar la línea. No se tomó como una alternativa más el tener permanentemente a 3 personas en esa línea de producción debido a que se observó que el incremento de producción era mínimo. La producción semanal estaba alrededor de 750

piezas con 2 personas, y 850 piezas con 2 personas y una persona más por tres días de trabajo en promedio.

Era muy notorio también que faltaba una mejor organización en esa línea de producción, por lo que la opción más viable fue la reestructuración de dicha línea, incluyendo una evaluación 5S's (anexo 5).

IV. Propuesta II

Llevar a cabo la reestructuración de la línea, estableciendo el flujo del material, tomando tiempos de las operaciones, ya que algunas se mejoraron con la incorporación del equipo, que consiste en una lámpara con luz infrarroja para el secado del silicón RTV (Figura 4-1: Lámpara con luz infrarroja), una cámara de vacío para sacar el aire atrapado dentro del silicón (Figura 4-2: Cámara de vacío) y el corte (en cortadora automática, Figura 4-3: Cortadora de manguera.) de la manguera transparente, en vez de hacerlo manualmente, además de cuidar del orden y limpieza del lugar al establecer como rutina semanal la evaluación 5S's (anexo 5). Los resultados se muestran en el capítulo IV.

V. Resultados y Conclusiones

De acuerdo a la metodología aplicada, la línea del producto P201X fue reestructurada de la siguiente manera (ver Figura 4-4: Diagrama de recorrido después de las mejoras, en la planta alta.) para lograr la eficiencia de la misma.

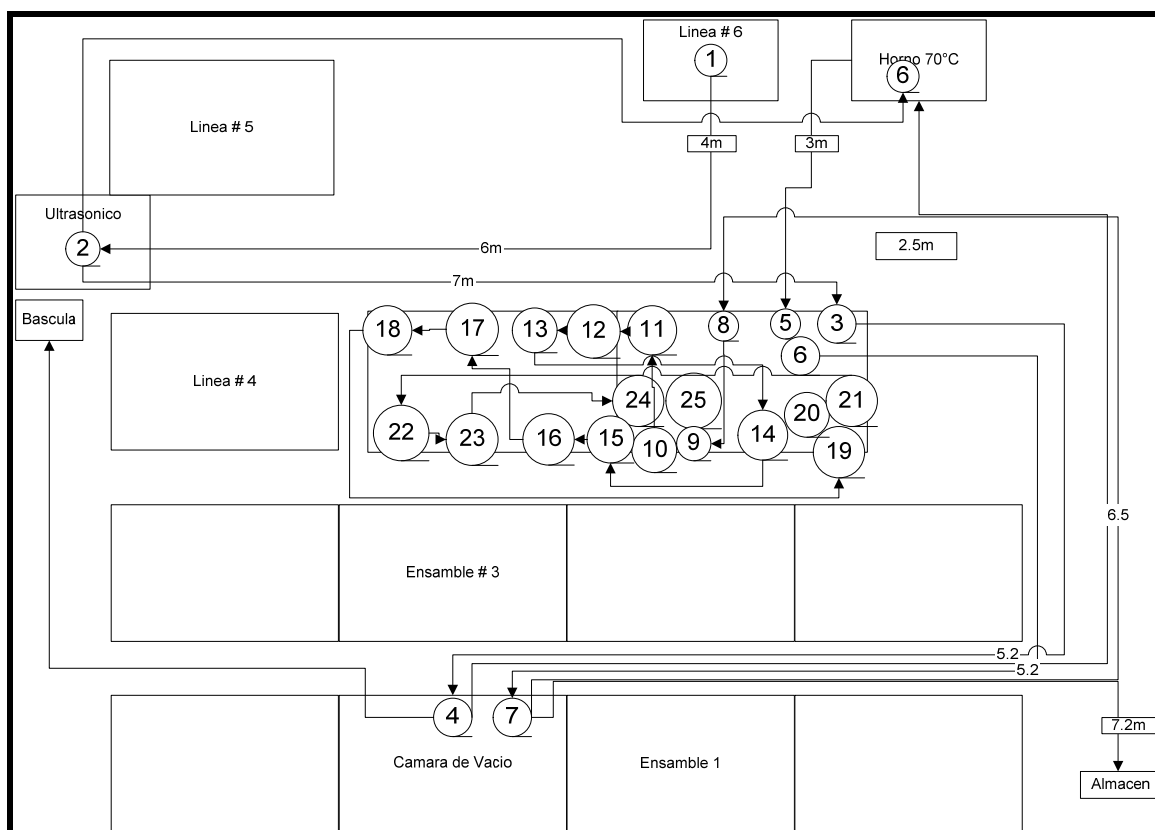


Figura 3-7: Diagrama de recorrido al inicio del estudio

Distancia recorrida: 243.8 m, con un tiempo de 812.54 min.

La productividad se calculó con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\text{Vol. produccion / semana}}{F_{\text{tiempo}}}$$

Tabla 3-1 Cursograma analítico del proceso al inicio del estudio para el producto P201X

No.	Detalles del método	Actividades	Tiempo	Distancia	Cantidad
1	Materia prima en almacén	△			
2	Transp. a línea de trabajo	⇒	3 min.	25 m.	
3	Material en anaquel	△			
4	Transp. a lavado ultrasónico	⇒	1 min.	11 m.	1100
5	Lavado en ultrasónico	○	120 min.		1100
6	Transp. a horno 70°C	⇒	2 min.	10 m.	1100
7	Secado en horno 70°C	○	60 min.		1100
8	Transp. a mesa de trabajo	⇒	2 min.	3 m.	1100
9	Prep. Jeringa con primer	○	0.16 min		
10	Aplicar primer a housing	○	13.2min.		200 pzas
11	Transp. a cámara de vacío	⇒	.25 min.	5.2 m.	200 pzas.
12	Aplicar vacío	○	5 min.		200
13	Transp. a horno 70°C	⇒	.25 min.	7.2 m.	200
14	Secado en horno 70°C	○	60 min.		200
15	Transp. a mesa de trabajo	⇒	.08 min	3 m.	200
16	Primer al termistor	○	6.6 min.		200
17	Batir silicón RTV A y B	○	10 min.		
18	Transp. a báscula	⇒	1.5 min.	6 m.	
19	Pesar RTV A y B, mezclar	○	10 min.		5 + 5 g.
20	Transp. a cámara de vacío	⇒	1.5 min.	5.2 m.	
21	Aplicar vacío	○	5 min.		
22	Transp. a mesa de trabajo	⇒	1.5 min.	5.2 m.	
23	Encapsular termistor	○	20 min.		200
24	Transp. a horno 50°C	⇒	5 min	50 m.	200
25	Curar en horno de 50°C	○	120 min.		200

26	Transp. a mesa de trabajo		5 min	50 m.	200
27	Cortar tubing		0.5 min.		200
28	Poner tubing sobre housing		16 min.		200
29	Insertar probador en la te		24 min.		200
30	Llenar te con RTV 123		36 min.		200
31	Soldar termistor a pins		26 min.		200
32	Transp. a anaq. x f. vidrio		3 min.	3 m.	1 hoja
33	Cortar f. vidrio		10 min.		200
34	Pegar refuerzo f. vidrio		40 min.		200
35	Insertar tubing p/reducir		13.2min.		200
36	Insertar pins en conector		13.2min.		200
37	Reducir tubing c/calor		20 min.		200
38	Prueba 100% c. de presión		46 min.		200
39	Prueba 100% tiempo cte		24 min.		200
40	Insp. Tiempo constante				
41	Transp. a alm x manguera		5 min.	25 m.	400 ft.
42	Cortar mang transpar. gde		16.6min.		200
43	Cortar mang transpar.chica		15 min.		200
44	Colocar mangueras transp.		25 min.		200
45	Transp. a alm. x b. plástico		5 min.	25 m.	200
46	Etiquetar bolsa		20 min.		200
47	Empacar prod. terminado		20 min.		
48	Transporte a almacén		1 min.	10 m.	
	Totales		812.54	243.8 m.	

En este cursograma se muestran unas letras de color azul en algún renglón, significa que fue uno de los cambios, para el que se propone el uso de la lámpara de luz infrarroja; también se muestran unos renglones con letras de color rojo, que significa que fue otro cambio, para el que se propone semi automatizar el corte de manguera.

4 CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Resultados de la mejora de la línea de producción

El equipo que se muestra a continuación, es el equipo sugerido para hacer más eficiente la línea de producción del producto P201X.

Equipo que se incorporó a la línea de producción

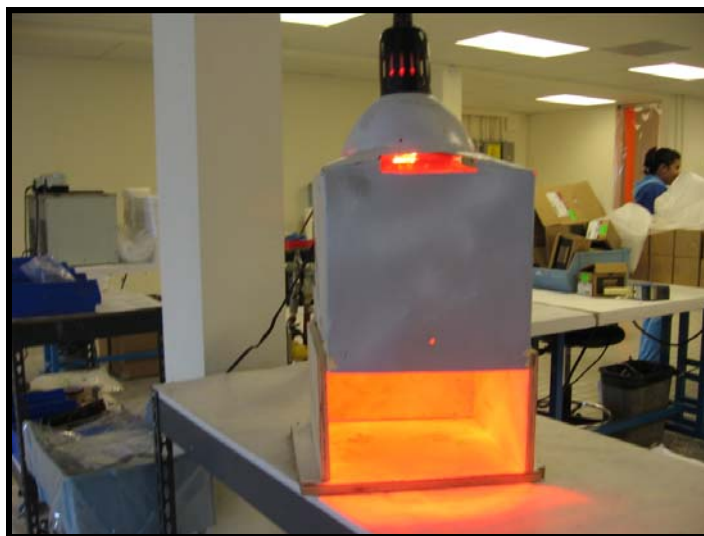


Figura 4-1: Lámpara con luz infrarroja

La lámpara de luz infrarroja aplicada al secado del silicón A y B (en vez de utilizar un horno convencional con recirculación de aire caliente) redujo el tiempo en este proceso de 2 horas a 25 minutos (ver letras en azul en los cursogramas, Tabla 3-1 Cursograma analítico del proceso al inicio del estudio para el producto P201X, Tabla 4-2 Este es un comparativo de la distancia recorrida y los tiempos empleados; y Tabla 4-1 Cursograma analítico del proceso mejorado para el producto P201X.).



Figura 4-2: Cámara de vacío

La cámara de vacío contribuyó a reducir la cantidad de viajes que se hacían durante el proceso, y al haberla incorporado a la línea de producción ayudó también a reducir el tiempo de fabricación del producto.



Figura 4-3: Cortadora de manguera.

La cortadora automática redujo el tiempo de corte de 31.5 minutos (haciendo manualmente la operación) a solamente 5.3 minutos por la misma cantidad. Esta cortadora

es amigable, ya que es fácil y rápido poner los parámetros y hacer los ajustes necesarios para el corte de esta manguera (ver letras en rojo en los cursogramas, Tabla 3-1 Cursograma analítico del proceso al inicio del estudio para el producto P201X Tabla 4-2 Este es un comparativo de la distancia recorrida y los tiempos empleados: y Tabla 4-1 Cursograma analítico del proceso mejorado para el producto P201X.).

Después de implementar en la línea una mejor secuencia e incorporar el equipo necesario, como fue una lámpara de luz infrarroja, una cámara de vacío y la cortadora automática para la manguera, el orden de los pasos para la elaboración del producto cambió, quedando como se muestra a continuación en el cursograma del proceso mejorado, (tabla 4-1).

Tabla 4-1 Cursograma analítico del proceso mejorado para el producto P201X.

No.	Detalles del método	Actividades	Tiempo	Distancia	Cantidad
1	Materia prima en almacén	△			
2	Cortar mangueras transp.	○	5.3 min.		200
3	Transp. a anaquel	⇒	3 min.	25 m.	1100
4	Material en anaquel	△			
5	Transp. a lavado ultrasónico	⇒	.33 min.	18 m.	1100
6	Lavado en ultrasónico	○	120 min.		1100
7	Transp. a horno 70°C	⇒	.03 min.	5 m.	1100
8	Secado en horno 70°C	○	60 min.		1100
9	Transp. a mesa de trabajo	⇒	.25 min.	10 m.	1100
10	Prep. Jeringa con primer	○	0.16 min		
11	Aplicar primer a housing	○	13.2min.		10 pzas
12	Aplicar vacío	○	5 min.		200 pzas.
13	Secado en horno 70°C	○	60 min.		200
14	Primer al termistor	○	.33 min.		200
15	Batir silicón RTV A y B	○	6 min.		
16	Transp. a báscula	⇒	.5 min.	4 m.	
17	Pesar RTV A y B, mezclar	○	10 min.		5 + 5 g.

18	Transp. a mesa de trabajo		.5 min.	4 m.	
19	Aplicar vacío		5 min.		
20	Encapsular termistor		20 min.		200
21	Secar con luz IR		25 min.		200
22	Cortar tubing		10 min.		200
23	Poner tubing sobre housing		16 min.		200
24	Insertar probador en la te		24 min.		200
25	Llenar te con RTV 123		36 min.		200
26	Soldar termistor a pins		26 min.		200
27	Cortar hoja f. vidrio		10 min.		200
28	Pegar refuerzo f. vidrio		40 min.		200
29	Insertar tubing p/reducir		13.2min.		200
30	Insertar pins en conector		13.2min.		200
31	Reducir tubing c/calor		20 min.		200
32	Prue 100% caída d/presión		46 min.		200
33	Prueba 100% tiempo cte		24 min.		200
34	Insp. Tiempo constante				
35	Colocar mangueras transp.		20 min		200
36	Etiquetar bolsa		20 min.		200
37	Empacar prod. terminado		20 min.		200
38	Transp. a almacén		2 min.	20 m.	
	Totales		670.0	86 m.	

Tabla 4-2 Este es un comparativo de la distancia recorrida y los tiempos empleados:

OPERACIONES	ANTES	DESPUES
Cantidad de operaciones.	48 operaciones	38 operaciones
Distancia recorrida.	243.8 metros	86 metros

Tiempo empleado.	812.54 minutos	690.7 minutos
------------------	----------------	---------------

La mejora fue:

- * Una reducción de 10 operaciones de un total de 48 operaciones.
- * Una reducción en distancia recorrida de 157.8 metros.
- * Una reducción en tiempo empleado de 121.84 minutos.

A continuación se muestra el diagrama de recorrido con las mejoras implementadas. Este diagrama se implementó en la planta alta, donde se encuentra actualmente la línea de producción en estudio.

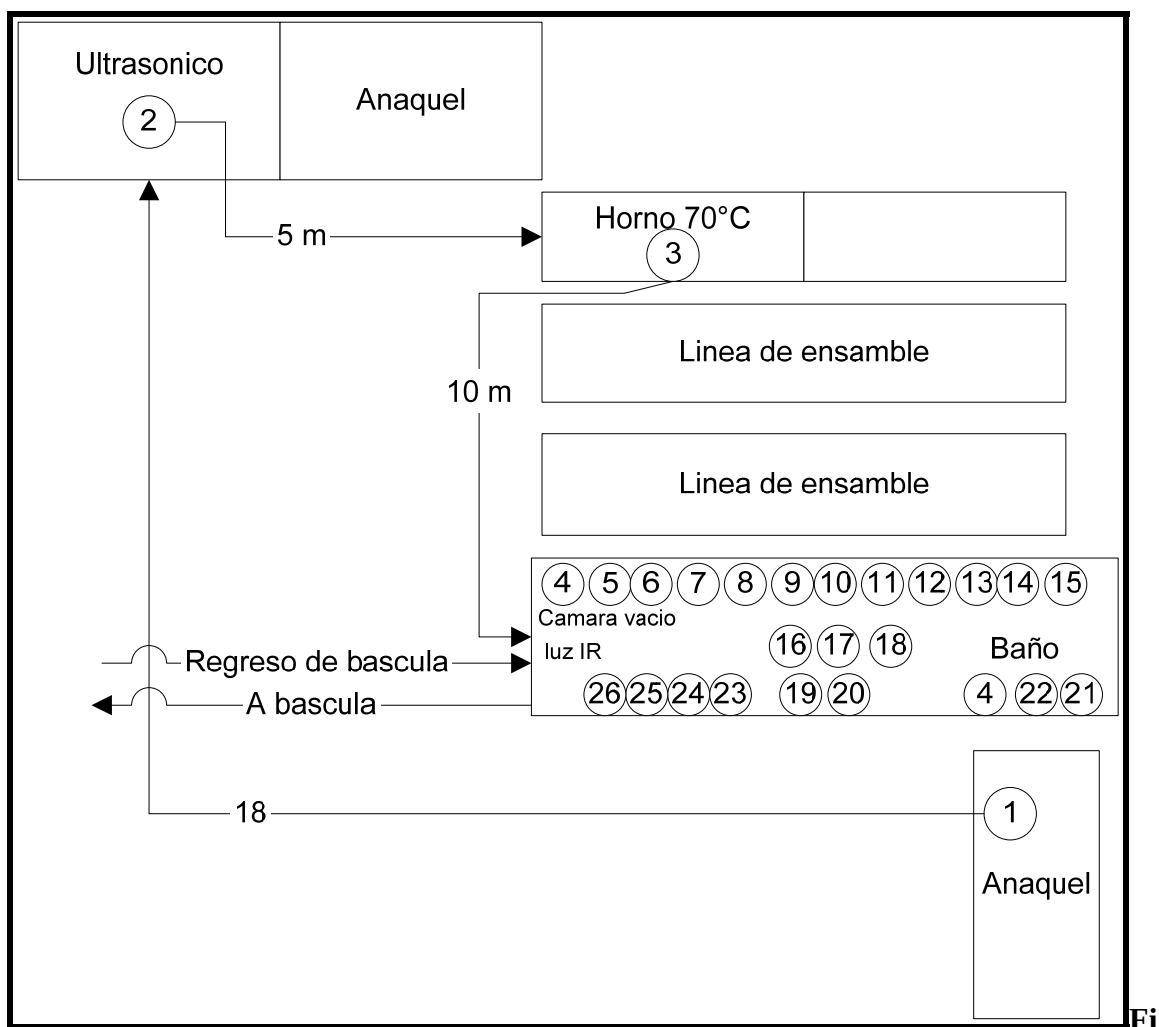


Figura 4-4: Diagrama de recorrido después de las mejoras, en la planta alta.

Distancia recorrida: 86 m, con un tiempo de 690.7 min.

La productividad se calculó de la siguiente manera, utilizando dos ecuaciones, como se muestra a continuación:

$$P = \frac{\text{Vol. produccion / semana}}{\text{Ftiempo}}$$

Ecuación 4-1

Cálculo de la productividad.

MÉTODO ACTUAL

$$P = \frac{850 \text{ pzas / semana}}{2.5 \text{ op} * 5 \text{ dias} * 8.58 \text{ hrs}}$$

Ecuación 4-2

$$P = \frac{850}{107.25} = 7.92 \text{ pzas / hora} - \text{hom bre}$$

Ecuación 4-3**MÉTODO MEJORADO**

$$P = \frac{1045 \text{ pzas / semana}}{2 \text{ op} * 5 \text{ dias} * 8.58 \text{ hrs}}$$

Ecuación 4-4

$$P = \frac{1045}{85.8} = 12.18 \text{ pzas / hora} - \text{hom bre}$$

Ecuación 4-5**Incremento de la productividad.**

$$\Delta P = \frac{12.18 - 7.92}{7.92} * 100 = 53.79\%$$

Ecuación 4-6

Los resultados anteriores nos muestran que efectivamente hubo un incremento de la productividad, por lo que queda demostrado que se cumple la hipótesis alternativa, que asevera que aplicando sistemas de mejora sí se puede incrementar la productividad.

A continuación se muestran ejemplos de reportes semanales de producción, con una cantidad total por encima de las mil piezas producidas en cada una de esas semanas.

ALPHA TECHNICS
WEEKLY PRODUCTION SCORECARD

Cell: ENG Week Ending (Sun) MAY 10 2009
Week Number 18

Models produced:			Mon 4	Tue 5	Wed 6	Thu 7	Fri 8	Sat 9	Sun 10	Total	Scrap	Scrap Cost Unit \$	Week Scrap Cost
Part Number	Capacity per person per day	Weekly Req't	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods
P2013	MAY 14	250	200	50						250			
P2014	MAY 28	300		100	130	70	30			670			
P2015	MAY 21	145				145				145			
Total:		1065	200	150	130	215	30			1065			

BRENDA
ADYLENE
RADOLFO

Direct Labor

Target Actual

Workesr/Day Mon 2 Tue 2 Wed 3 Thurs 2 Fri 3 Sat Sun Totals 12

Confirmed/Corrected Total to fin Goods Supervisor

Total Hours Worked in Cell 5-45 R-30 OC-45 SS-10 130 Manager

Payroll Dept

Form 7.5.1-1 Rev. -- Uncontrolled Document When Printed Verify That Document Matches On-Line Document Prior To Use

Figura 4-5 Reportes de producción de la semana 18, después de la implementación de las mejoras

ALPHA TECHNICS
WEEKLY PRODUCTION SCORECARD

Cell: ENG Week Ending (Sun) MAY 17 2009
Week Number 19

Models produced:			Mon 11	Tue 12	Wed 13	Thu 14	Fri 15	Sat 16	Sun 17	Total	Scrap	Scrap Cost Unit \$	Week Scrap Cost
Part Number	Capacity per person per day	Weekly Req't	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods
P2013	MAY 14	200	200							200			
P2015	MAY 14	125		125						125			
P2014	MAY 28	700			200	250	1	250		700	1		666
Total:			200	125	200	250	1	250		1025	1		

ADYLENE
BRENDA

Direct Labor

Target Actual

Workesr/Day Mon 2 Tue 2 Wed 2 Thurs 2 Fri 2 Sat Sun Totals 10

Confirmed/Corrected Total to fin Goods Supervisor

Total Hours Worked in Cell 5-45 R-30 OC-45 SS-10 120 Manager

Payroll Dept

Form 7.5.1-1 Rev. -- Uncontrolled Document When Printed Verify That Document Matches On-Line Document Prior To Use

Figura 4-6 Reporte de producción de la semana 19, después de la implementación de las mejoras

ALPHA TECHNICS WEEKLY PRODUCTION SCORECARD																		
Cell: <u>ENG</u>			Week Ending (Sun) <u>MAY 24 '09</u> Week Number <u>20</u>															
Models produced:			Mon 18		Tue 19		Wed 20		Thu 21		Fri 22		Sat 23		Sun 24		Total	
Part Number	Capacity per person per day	Weekly Req't	To Fin Goods		To Fin Goods		To Fin Goods		To Fin Goods		To Fin Goods		To Fin Goods		To Fin Goods		To Fin Goods	
			Scrap		Scrap		Scrap		Scrap		Scrap		Scrap		Scrap		Scrap	
P2014	JUN 11	800	250		250		200		150								800	1
P2015	JUN 11	130							100		30						130	
P2013	JUN 25	120									120						120	
Total			250		200		200	1	250		150						1050	1
Direct Labor																		
Target			Mon		Tue		Wed		Thurs		Fri		Sat		Sun		Totals	
Workesr/Day			2		2		2		2		2						10	
Confirmed/Corrected Total to fin Goods																		
Total Hours Worked in Cell																		
Payroll Dept																		
			S-45 R-20 CC-45 SS-10 120 Supervisor <u>Debra M. H.</u> S-26-09 Manager <u> </u>															

Uncontrolled Document When Printed
Verify That Document Matches On-Line Document Prior To Use

Figura 4-7 Reporte de producción de la semana 20, después de la implementación de las mejoras

En cada uno de estos reportes se puede ver que se cumplió con la meta establecida, que está anotada en la tercera columna de los reportes arriba mencionados.

4.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.2.1 Conclusiones

La reorganización de la línea de producción junto con la incorporación del equipo sugerido nos da como resultado una reducción del tiempo de proceso del producto, de 121.84 minutos.

La reducción del tiempo de curado del silicón al utilizar una lámpara con luz infrarroja es una mejora significativa, así como la automatización del corte de manguera, y de ésta manera se cumple la hipótesis de que la producción puede incrementar al hacer las mejoras propuestas. Lo que tiene un impacto positivo en la respuesta al cliente, ya que se le puede cubrir su demanda hasta en un 53.79% adicional de la demanda previamente establecida, la cual nos proporciona el cliente cada 4 a 5 meses aproximadamente.

En cualquier lugar que nos encontremos podemos aplicar técnicas de mejora para hacer más eficiente o mejorar la forma de operar: en un centro de trabajo, en una escuela y hasta en la casa misma donde vivimos. Este es uno de los principales objetivos que nos mueve en este mundo actual, el mejorar, ya sea para cumplir con estándares de calidad en los productos que se elaboran y satisfacer a los clientes o para mejorar nuestra calidad de vida.

En este caso, el estudio que se realizó fue para mejorar la productividad en una línea de producción, para satisfacer la demanda del cliente, sin descuidar la calidad.

Se considera que la implementación de sistemas de mejora fue un éxito, ya que con los datos obtenidos se comprueba que se logró mejorar la productividad en un 53.79%, de acuerdo a los datos presentados y calculados.

Es una manera sencilla, pero fácil de medir los logros obtenidos con la implementación.

El proceso de análisis llevado a cabo en la línea nos deja las bases para continuar analizando de la misma manera las demás líneas de producción y llevar a cabo la implementación de mejoras.

La misma metodología se puede aplicar en otros centros de trabajo, en los cuales se esperaría obtener resultados similares.

4.2.2 Recomendaciones

Sería de gran utilidad publicar estudios de este tipo, donde la Universidad ofreciera sus servicios a centros de trabajo aquí en Tecate para ayudar a la implementación de dichos sistemas de mejora, para beneficio de ambos: los centros de trabajo podrían mejorar su productividad y la Universidad podría adquirir mayor prestigio como institución ayudando al sector productivo, por un lado, y por otro lado, los estudiantes podrían llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en las aulas trabajando en casos reales, situaciones reales que se presenten en el tiempo que ellos adquieren los conocimientos y herramientas necesarias para sugerir soluciones.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Calidad en la fuente:	Se entenderá que es hacer bien las cosas a la primera vez.
Calidad:	Es el resultado del grado con el cual un conjunto de características inherentes al producto cumplen con requerimientos.
Celdas de manufactura:	Se entenderá que es una línea de trabajo donde se hacen todas las operaciones hasta obtener un producto terminado.
Competitividad:	Es la capacidad de una empresa de generar valor para el cliente y sus proveedores de mejor manera que sus competidores.
Desperdicio:	Se entenderá que es todo lo que sea distinto a los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto.
Herramientas de mejora:	Se entenderá que es todo lo necesario para optimizar el proceso productivo.
Manufactura esbelta:	Son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, al servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere, basándose siempre en el respeto al trabajador.
Proceso esbelto:	Metodología diseñada a partir de cinco principios que guía las acciones para lograr que un proceso haga más y mas con menos recursos.
Productividad:	Es la capacidad de generar resultados utilizando ciertos recursos. Se incrementa mediante el mejoramiento continuo del actual sistema de producción.
Sistema kanban:	Es un sistema de producción altamente efectivo y eficiente. Es como una etiqueta de instrucción, su principal función es ser una orden de trabajo, un dispositivo de dirección automático acerca de qué se va a producir, en que cantidad, por que medios y como transportarlo.
Sistema poka yoke:	Técnica de calidad que significa “a prueba de errores”.
Termistor:	Es un chip hecho a base de sales metálicas, con propiedades de conductividad, que bajo ciertas condiciones se puede determinar ese grado de conductividad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Hyer, Nancy y Wemmerlov, Urban, “Reorganizing the Factory, Competing through Cellular Manufacturing”, Productivity Press, 2002, pp 387.

- [2] Richard B. Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano. Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva. Editorial Mc Graw Hill, Décima Edición.
Págs: 222, 256, 765, 766; 474 a 495.

- [3] Nyman, Lee R., Ingersoll Engineers, “Making Manufacturing Cells Work”, editado por Society of Manufacturing Engineers, 1992 primera Edición, pp 387.

- [4] Reyes, Primitivo, “Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones”, Revista Contaduría y Administración, No. 205, Abril-Junio 2002, pp 53.

- [5] Richard J. Schonberger, Manufactura de Clase Mundial para el Próximo Siglo. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
Pp.. 65, 66, 71, 73, 86, 111, 141, 202, 231; 34 – 36, 75, 77, 138; 85, 159, 167.

DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

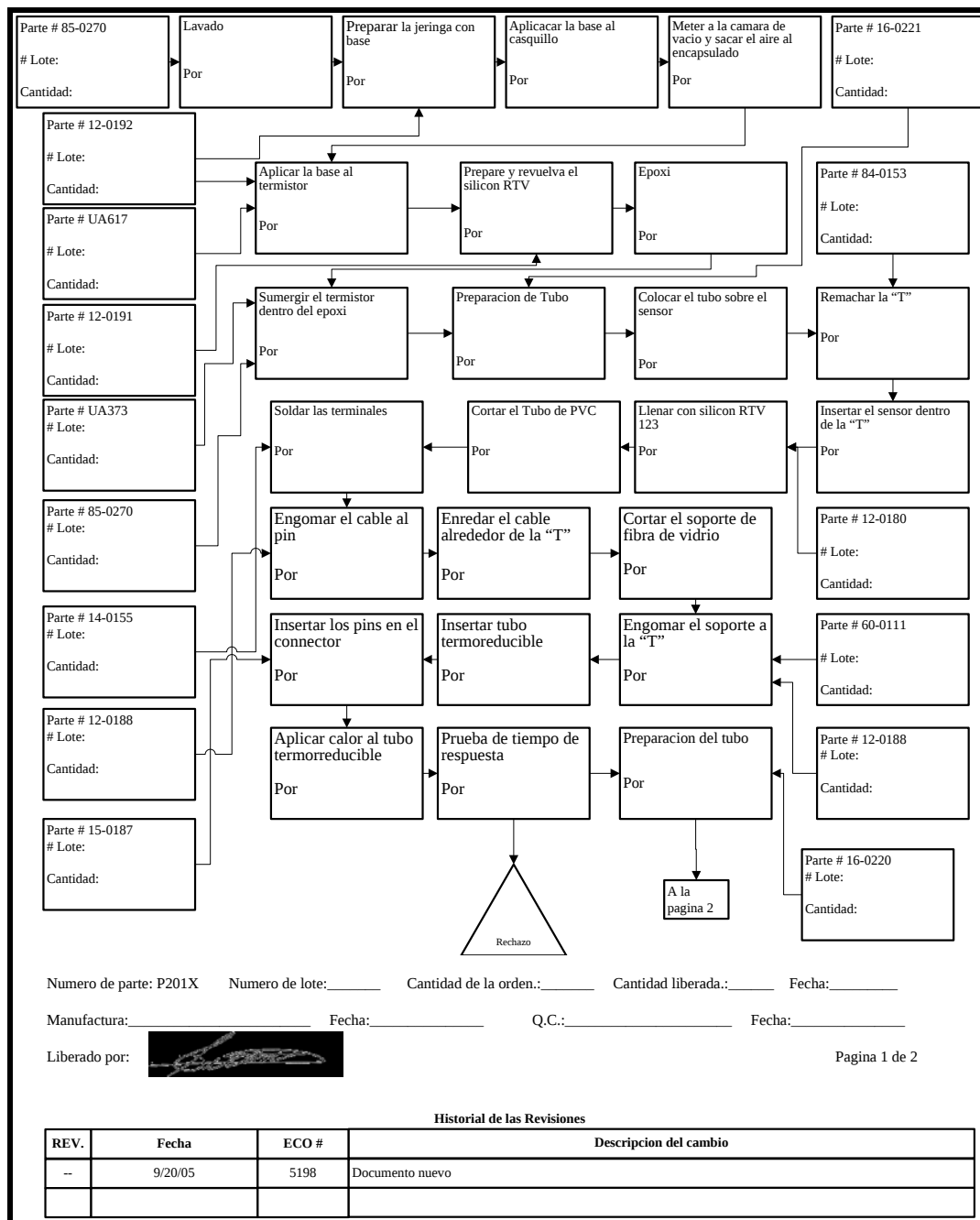
- (1) www.toolingu.com/class-901160-diseñodecélulas-ysistemas-de-jalar.html
- (2) www.granite-bay.com/cellular-manufacturing.html
- (3) www.tpmonline.com/papakaizen/articles_on_lean_manufacturing_strategies/wrkc.
- (4) www.bizforum.org/whitepapers/smw.htm
- (5) www.monografias.com/trabajos14/manufact-esbelta/manufact-esbelta.shtml
- (6) <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r18706.DOC>
- (7) http://www.geocities.com/wialo_al/kanban.htm
- (8) www.referenceforbusiness.com/management/Bun-Comp/Cellular-Manufacturing.html

ANEXOS

ANEXO 1

Diagrama de Flujo del Producto P201X.

Diagrama de flujo del producto P201X.



```

graph TD
    A[Viene de la pagina 1] --> B[Insertar la "T" en el tubo  
Por]
    B --> C[Inspeccion de Calidad  
Por]
    C --> D[Rechazo]
    C --> E[Impresion de la Etiqueta]
    F[Parte # 17-0193  
# Lote:  
Cantidad:] --> E
    G[Parte # 17-0326  
# Lote:  
Cantidad:] --> H[Empaque  
Por]
    I[Parte # 17-0327  
# Lote:  
Cantidad:] --> H
    J[Parte # 17-0328  
# Lote:  
Cantidad:] --> H
    K[Parte # 17-0329  
# Lote:  
Cantidad:] --> H
    E --> H
    H --> L[Inspeccion de codigo de barras  
Por]
    L --> M[Rechazo]
    L --> N[Fin]
  
```

Numero de parte: P201X Numero de lote: _____ Cantidad de la orden.: _____ Cantidad liberada.: _____ Fecha: _____

Manufactura: _____ Fecha: _____ Q.C.: _____ Fecha: _____

Liberado por: _____

Pagina 2 de 2

ANEXO 2

Ejemplo de una Semana de Producción al inicio del Estudio

Ejemplo de la semana número 17 de producción, al inicio del estudio

ALPHA TECHNICS
WEEKLY PRODUCTION SCORECARD

Cell: ENG Week Ending (Sun): ABRIL 27 2008
Week Number: 17

Models produced:			Mon 21	Tue 22	Wed 23	Thu 24	Fri 25	Sat 26	Sun 27	Total		
Part Number	Capacity per person per day	Weekly Req't	To Fin Goods	Scrap	To Fin Goods	Scrap	To Fin Goods	Scrap	To Fin Goods	Scrap	To Fin Goods	Scrap
P2013		300	300								300	
P2014		575	166	1	227	97					490	1 678
P2015		125										
Total			466	1	227	97					790	1

Direct Labor _____

Target	Mon	Tue	Wed	Thurs	Fri	Sat	Sun	Totals
Works/Day		2	3	3	3			11

Confirmed/Corrected Total to fin Goods _____

Total Hours Worked in Cell _____

Payroll Dept _____

Supervisor: Patricia M.L.
4-28-08

Manager: _____

Hay 660 PCS para Penete conector no hay conector... 15-0187

Uncontrolled Document When Printed
Verify That Document Matches On-Line Document Prior To Use

Form 7.5.1-1 Rev --

A buenas terminadas.

Al inicio del estudio se lograba producir una cantidad aproximada a las 800 piezas semanales, con dificultad.

ANEXO 3

Reportes de Producción de Tres Semanas, Después de la Implementación De las Mejoras

Reportes de producción de tres semanas después de la implementación de las mejoras:

Semana número 18.

ALPHA TECHNICS
WEEKLY PRODUCTION SCORECARD

Cell: ENG Week Ending (Sun) 18 MAY 10 2009
Week Number 18

Models produced:		Mon 4	Tue 5	Wed 6	Thu 7	Fri 8	Sat 9	Sun 10	Total
Part Number	Capacity per person per day	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	
P2013	MAY 14 250	200	50						250
P2014	MAY 28 300		100	150	70	20			670
P2015	MAY 21 145				145				145
Total:		1065	200	150	130	230			1065

Direct Labor: BRENDA
ADYLENE
RODOLFO

Target: Mon 2, Tue 2, Wed 3, Thurs 2, Fri 3, Sat 1, Sun 1, Totals 12

Actual: Mon 2, Tue 2, Wed 3, Thurs 2, Fri 3, Sat 1, Sun 1, Totals 12

Confirmed/Corrected Total to fin Goods: 5-45
R-20 Supervisor: Adelina ML
DC-45
SS-10
Total Hours Worked in Cell: 120
Payroll Dept: 120

Form 7.5.1-1 Rev. -- Uncontrolled Document When Printed
Verify That Document Matches On-Line Document Prior To Use

Desperdicio.

Término de semana y número.

Número de parte, cantidad y fecha requerida.

Cantidad total producida.

Costo del desperdicio por unidad.

Costo del desperdicio por semana.

Trabajadores por día.

Semana número 19.

ALPHA TECHNICS
WEEKLY PRODUCTION SCORECARD

Cell: ENG Week Ending (Sun) 19 MAY 17 2009
Week Number 19

Models produced:		Mon 11	Tue 12	Wed 13	Thu 14	Fri 15	Sat 16	Sun 17	Total
Part Number	Capacity per person per day	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	To Fin Goods	
P2013	MAY 14 200	200							200
P2015	MAY 14 125		125						125
P2014	MAY 28 700			200	250	125			700
Total:		200	125	200	250	125			1025

Direct Labor: ADYLENE
BRENDA

Target: Mon 2, Tue 2, Wed 2, Thurs 2, Fri 2, Sat 1, Sun 1, Totals 10

Actual: Mon 2, Tue 2, Wed 2, Thurs 2, Fri 2, Sat 1, Sun 1, Totals 10

Confirmed/Corrected Total to fin Goods: 5-45
R-20 Supervisor: Adelina ML
DC-45
SS-10
Total Hours Worked in Cell: 120
Payroll Dept: 120

Form 7.5.1-1 Rev. -- Uncontrolled Document When Printed
Verify That Document Matches On-Line Document Prior To Use

Semana número 20.

ALPHA TECHNICS
WEEKLY PRODUCTION SCORECARD

Cell: EN16 Week Ending (Sun) MAYO 24 '09
Week Number 20

Models produced:			Mon 18	Tue 19	Wed 20	Thu 21	Fri 22	Sat 23	Sun 24	Total		
Part Number	Capacity per person per day	Weekly Req't	To Fin Goods	Scrap	To Fin Goods	Scrap	To Fin Goods	Scrap	To Fin Goods	Scrap	To Fin Goods	Scrap
P2014 JUN 11	800	250	250		200	100					800	1
P2015 JUN 11	130					100	30				130	
P2013 JUN 25	120						120				120	
Total:			250	200	200	100	150				1050	1

Scrap Cost Unit \$ 6.75 Week Scrap Cost 6.75

Direct Labor

Target	Mon	Tue	Wed	Thurs	Fri	Sat	Sun	Totals
Workers/Day	2	2	2	2	2			10

Confirmed/Corrected Total to fin Goods S-45
R-20 Supervisor
O-45 S-26-09
SS-10
120 Manager

Total Hours Worked in Cell

Payroll Dept

Uncontrolled Document When Printed
Verify That Document Matches On-Line Document Prior To Use

Form 7.5.1-1 Rev. --

En los tres reportes anteriores se puede ver la mejora obtenida con la implementación de sistemas de mejora. También se explica un poco más a detalle lo que representan cada una de las anotaciones hechas estos reportes. Por ejemplo, tenemos el número de parte del modelo, cantidad semanal requerida, en qué fecha hay que enviar al cliente, cantidad producida por día, costo del desperdicio, etcétera.

ANEXO 4

Formato Para la evaluación de 5S's.

EVALUACIÓN DE 5 S

Lista de puntos a auditar.
Criterio de evaluación.

- 0 Ningún esfuerzo visible se ha hecho.
- 1 Se ha hecho un mínimo de esfuerzo, las oportunidades no se han identificado.
- 2 Se han identificado algunas oportunidades, pero no se ha iniciado.
- 3 Los requerimientos son parcialmente realizados, no se mantienen con regularidad.
- 4 Los requerimientos son parcialmente realizados, las mejoras están en proceso, se mantienen con regularidad.
- 5 Los requerimientos son completamente cumplidos. Listo para el siguiente nivel de retos.

Número y descripción	Formato de evaluación 5 S	Calificación (0 al 5)	¿Qué está haciendo el equipo para pasar al siguiente nivel?
1. Remover los artículos no necesarios.	Todos los artículos no requeridos para realizar las operaciones son removidos del área de trabajo, sólo las herramientas y productos están presentes en las estaciones de trabajo.		
2. Almacenaje de utensilios de limpieza.	Todos los equipos son guardados limpios y de una manera ordenada, estén listos y disponibles cuando se ocupen.		
3. Limpieza del piso.	Todos los pisos están limpios, libres de partículas, aceite y polvo. La limpieza se realiza rutinariamente, al menos una vez al día de acuerdo con el plan publicado.		
4. Tableros informativos.	Todos los tableros informativos están organizados de manera clara y ordenada, los informes desplegados con fechas no vencidas no rotos o manchados.		
5. Accesos de emergencia.	Mangueras contra incendios y equipo de emergencia tienen acceso libre están almacenados en áreas fáciles de localizar. Los interruptores están visualmente identificados por colores.		
6. Piezas en el piso.	Las piezas en proceso, las herramientas y otros materiales no se dejan en el piso directamente. Las partes grandes tales como contenedores son colocadas en el piso en áreas establecidas y claramente marcadas con líneas pintadas.		
7. Áreas de trabajo definidas.	Las islas y pasillos están claramente marcadas y pueden ser identificadas a simple vista, las líneas están derechas y los ángulos rectos sin burbujas o pinturas deterioradas.		
8. Mantenimiento de las áreas de trabajo.	las islas de trabajo están siempre libres de material de obstrucciones: nada está puesto en las líneas y todo está colocado en los lugares asignados.		
9. Almacenaje y arreglo.	El almacenaje de cajas, contenedores y materiales es siempre claro en el lugar correcto, cuando son apilados no se tuercen o se apilan de manera peligrosa.		
10 Pintura del equipo.	La maquinaria y el equipo son claramente pintados. No hay lugar en la planta de menos de 6 pies de alto que no se haya pintado.		
11. Limpieza de equipo.	Toda la maquinaria y equipo se mantienen limpios con cuidado rutinario diario.		
12. Mantenimiento de equipo.	Los controles de las máquinas están propiamente etiquetado y claramente identificados, los puntos críticos se verifican y se le da mantenimiento diariamente. Las listas de puntos a verificar del equipo están claramente desplegadas y limpias.		
13. Almacenaje de equipo.	Nada está colocado sobre las máquinas, gabinetes y equipo, nada está recargado en las paredes y columnas. Las protecciones y guías se usan para evitar que rebabas y líquidos caigan al suelo.		
14. Almacenaje de documentos.	Solamente los documentos necesarios para las operaciones son guardados de manera clara y ordenada.		
15. Control de documentos.	Todos los documentos están identificados por el contenido así como revisión y responsable del control.		
16. Arreglo de herramientas y aditamentos.	Las herramientas, aditamentos y fixturas están claramente ordenadas y almacenadas, se mantienen limpias y libres de riesgo de daño.		
17. Acceso a herramientas y	Las herramientas, aditamentos y fixturas se están claramente ordenadas, con fácil acceso para cuando se requiera hacer cambios y ajustes al equipo.		

aditamentos.			
18. Arreglo de estantes y estaciones.	Los divisores están claramente arreglados y etiquetados. Es obvio cuando las piezas guardadas, las condiciones y estado se registran.		
19. Control de escritorio y mesas de trabajo	Se mantiene libre de objetos incluyendo registros y documentos. Herramientas y fixturas están limpias y correctamente colocadas en su lugar.		
20. Control y mantenimiento de las 5 S.	Existe algún sistema de disciplina y control y se mantiene al nivel más alto posible. Es responsabilidad de cada uno mantener este sistema y ambiente.		
	Total		
	Calificación:		

Total/20 = Calificación 5S.

ANEXO 5

Evaluación de 5S's Antes y Después del Estudio.

Resultado de la evaluación 5S's de antes y después del estudio.

EVALUACIÓN DE 5 S

Lista de puntos a auditar.
Criterio de evaluación.

- 0 Ningún esfuerzo visible se ha hecho.
- 1 Se ha hecho un mínimo de esfuerzo, las oportunidades no se han identificado.
- 2 Se han identificado algunas oportunidades, pero no se ha iniciado.
- 3 Los requerimientos son parcialmente realizados, no se mantienen con regularidad.
- 4 Los requerimientos son parcialmente realizados, las mejoras están en proceso, se mantienen con regularidad.
- 5 Los requerimientos son completamente cumplidos. Listo para el siguiente nivel de retos.

Antes del estudio.

Número y descripción	Formato de evaluación 5 S	Calificación (0 al 5)	¿Qué está haciendo el equipo para pasar al siguiente nivel?
1. Remover los artículos no necesarios.	Todos los artículos no requeridos para realizar las operaciones son removidos del área de trabajo, sólo las herramientas y productos están presentes en las estaciones de trabajo.	2	Se les dió casillero p/guardar cosas.
2. Almacenaje de utensilios de limpieza.	Todos los equipos son guardados limpios y de una manera ordenada, estén listos y disponibles cuando se ocupen.	---	N/A
3. Limpieza del piso.	Todos los pisos están limpios, libres de partículas, aceite y polvo. La limpieza se realiza rutinariamente, al menos una vez al día de acuerdo con el plan publicado.	2	Barrer diariamente.
4. Tableros informativos.	Todos los tableros informativos están organizados de manera clara y ordenada, los informes desplegados con fechas no vencidas no rotos o manchados.	3	Documentos en su lugar.
5. Accesos de emergencia.	Mangueras contra incendios y equipo de emergencia tienen acceso libre están almacenados en áreas fáciles de localizar. Los interruptores están visualmente identificados por colores.	---	Accesos siempre libres.
6. Piezas en el piso.	Las piezas en proceso, las herramientas y otros materiales no se dejan en el piso directamente. Las partes grandes tales como contenedores son colocadas en el piso en áreas establecidas y claramente marcadas con líneas pintadas.	2	Se hicieron bancos p/sentar cajas.
7. Áreas de trabajo definidas.	Las islas y pasillos están claramente marcadas y pueden ser identificadas a simple vista, las líneas están derechas y los ángulos rectos sin burbujas o pinturas deterioradas.	3	Mantener mesas alineadas.
8. Mantenimiento de las áreas de trabajo.	Las islas de trabajo están siempre libres de material de obstrucciones: nada está puesto en las líneas y todo está colocado en los lugares asignados.	3	Producto terminado se lleva rápido a almacén.
9. Almacenaje y arreglo.	El almacenaje de cajas, contenedores y materiales es siempre claro en el lugar correcto, cuando son apilados no se tuercen o se apilan de manera peligrosa.	3	Solo cajas con material p/la producción de la semana.
10 Pintura del equipo.	La maquinaria y el equipo son claramente pintados. No hay lugar en la planta de menos de 6 pies de alto que no se haya pintado.	3	
11. Limpieza de equipo.	Toda la maquinaria y equipo se mantienen limpios con cuidado rutinario diario.	3	Falta limpiar un extractor de humo.
12. Mantenimiento de equipo.	Los controles de las máquinas están propiamente etiquetados y claramente identificados, los puntos críticos se verifican y se le da mantenimiento diariamente. Las listas de puntos a verificar del equipo están claramente desplegadas y limpias.	----	N/A
13. Almacenaje de equipo.	Nada está colocado sobre las máquinas, gabinetes y equipo, nada está recargado en las paredes y columnas. Las protecciones y guías se usan para evitar que rebabas y líquidos	2	

	caigan al suelo.		
14. Almacenaje de documentos.	Solamente los documentos necesarios para las operaciones son guardados de manera clara y ordenada.	3	Poner documentos en la carpeta, en vez de la máquina.
15. Control de documentos.	Todos los documentos están identificados por el contenido así como revisión y responsable del control.	4	
16. Arreglo de herramientas y aditamentos.	Las herramientas, aditamentos y fixturas están claramente ordenadas y almacenadas, se mantienen limpias y libres de riesgo de daño.	3	Poner herramienta en caja, en vez de suelta.
17. Acceso a herramientas y aditamentos.	Las herramientas, aditamentos y fixturas se están claramente ordenadas, con fácil acceso para cuando se requiera hacer cambios y ajustes al equipo.	3	Revueltas, ordenarlas dentro de una caja.
18. Arreglo de estantes y estaciones.	Los divisores están claramente arreglados y etiquetados. Es obvio donde las piezas están guardadas, las condiciones y estado se registran.	2	Identificar todos los materiales.
19. Control de escritorio y mesas de trabajo	Se mantiene libre de objetos incluyendo registros y documentos. Herramientas y fixturas están limpias y correctamente colocadas en su lugar.	2	Acomodar fixturas en el anaquel.
20. Control y mantenimiento de las 5 S.	Existe algún sistema de disciplina y control y se mantiene al nivel más alto posible. Es responsabilidad de cada uno mantener este sistema y ambiente.	2	Implementar revisión semanal.
	Total	45	
	Calificación:	2.6	

EVALUACIÓN DE 5 S

Lista de puntos a auditar.

Criterio de evaluación.

- 0 Ningún esfuerzo visible se ha hecho.
- 1 Se ha hecho un mínimo de esfuerzo, las oportunidades no se han identificado.
- 2 Se han identificado algunas oportunidades, pero no se ha iniciado.
- 3 Los requerimientos son parcialmente realizados, no se mantienen con regularidad.
- 4 Los requerimientos son parcialmente realizados, las mejoras están en proceso, se mantienen con regularidad.
- 5 Los requerimientos son completamente cumplidos. Listo para el siguiente nivel de retos.

Después de hacer las implementaciones.

Número y descripción	Formato de evaluación 5 S	Calificación (0 al 5)	¿Qué está haciendo el equipo para pasar al siguiente nivel?
1. Remover los artículos no necesarios.	Todos los artículos no requeridos para realizar las operaciones son removidos del área de trabajo, sólo las herramientas y productos están presentes en las estaciones de trabajo.	3	
2. Almacenaje de utensilios de limpieza.	Todos los equipos son guardados limpios y de una manera ordenada, estén listos y disponibles cuando se ocupen.	---	

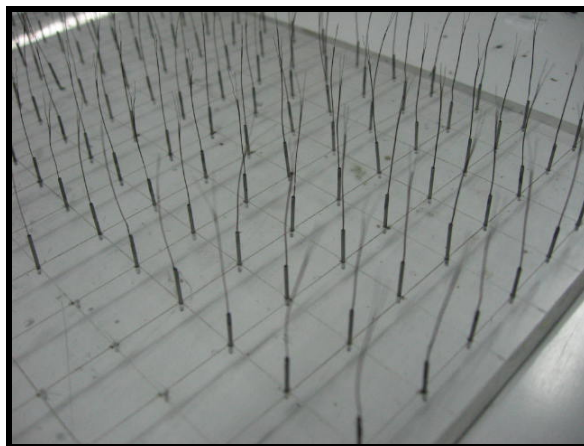
3. Limpieza del piso.	Todos los pisos están limpios, libres de partículas, aceite y polvo. La limpieza se realiza rutinariamente, al menos una vez al día de acuerdo con el plan publicado.	4	
4. Tableros informativos.	Todos los tableros informativos están organizados de manera clara y ordenada, los informes desplegados con fechas no vencidas no rotos o manchados.	4	
5. Accesos de emergencia.	Mangueras contra incendios y equipo de emergencia tienen acceso libre están almacenados en áreas fáciles de localizar. Los interruptores están visualmente identificados por colores.	----	
6. Piezas en el piso.	Las piezas en proceso, las herramientas y otros materiales no se dejan en el piso directamente. Las partes grandes tales como contenedores son colocadas en el piso en áreas establecidas y claramente marcadas con líneas pintadas.	4	
7. Áreas de trabajo definidas.	Las islas y pasillos están claramente marcadas y pueden ser identificadas a simple vista, las líneas están derechas y los ángulos rectos sin burbujas o pinturas deterioradas.	4	
8. Mantenimiento de las áreas de trabajo.	Las islas de trabajo están siempre libres de material de obstrucciones: nada está puesto en las líneas y todo está colocado en los lugares asignados.	4	
9. Almacenaje y arreglo.	El almacenaje de cajas, contenedores y materiales es siempre claro en el lugar correcto, cuando son apilados no se tuercen o se apilan de manera peligrosa.	4	
10. Pintura del equipo.	La maquinaria y el equipo son claramente pintados. No hay lugar en la planta de menos de 6 pies de alto que no se haya pintado.	4	
11. Limpieza de equipo.	Toda la maquinaria y equipo se mantienen limpios con cuidado rutinario diario.	4	
12. Mantenimiento de equipo.	Los controles de las máquinas están propiamente etiquetados y claramente identificados, los puntos críticos se verifican y se le da mantenimiento diariamente. Las listas de puntos a verificar del equipo están claramente desplegadas y limpias.	----	
13. Almacenaje de equipo.	Nada está colocado sobre las máquinas, gabinetes y equipo, nada está recargado en las paredes y columnas. Las protecciones y guías se usan para evitar que rebabas y líquidos caigan al suelo.	3	
14. Almacenaje de documentos.	Solamente los documentos necesarios para las operaciones son guardados de manera clara y ordenada.	4	
15. Control de documentos.	Todos los documentos están identificados por el contenido así como revisión y responsable del control.	4	
16. Arreglo de herramientas y aditamentos.	Las herramientas, aditamentos y fixturas están claramente ordenadas y almacenadas, se mantienen limpias y libres de riesgo de daño.	4	
17. Acceso a herramientas y aditamentos.	Las herramientas, aditamentos y fixturas se están claramente ordenadas, con fácil acceso para cuando se requiera hacer cambios y ajustes al equipo.	4	
18. Arreglo de estantes y estaciones.	Los divisores están claramente arreglados y etiquetados. Es obvio donde las piezas están guardadas, las condiciones y estado se registran.	3	
19. Control de escritorio y mesas de trabajo	Se mantiene libre de objetos incluyendo registros y documentos. Herramientas y fixturas están limpias y correctamente colocadas en su lugar.	4	
20. Control y mantenimiento de las 5 S.	Existe algún sistema de disciplina y control y se mantiene al nivel más alto posible. Es responsabilidad de cada uno mantener este sistema y ambiente.	3	
	Total	64	
	Calificación:	3.7	

La evaluación de 5S's se lleva a cabo cada dos semanas, para verificar la disciplina.

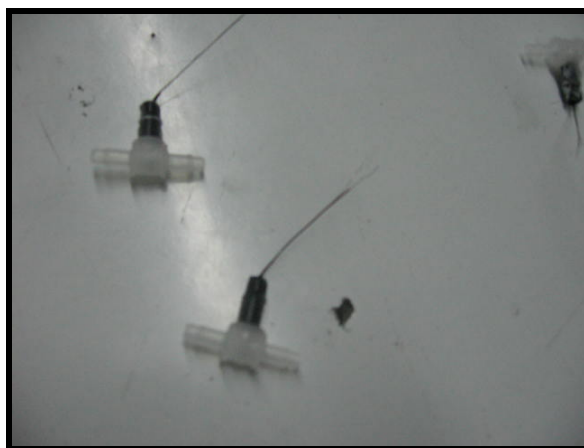
ANEXO 6

Fotos de Algunas Operaciones del Proceso del Producto P201X.

Fotos de algunas operaciones en la elaboración del producto P201X.



Encapsulado del temistor, el tamaño actual del sensor es de 1.5 pulgadas de longitud.



Llenado de la te con silicón RTV 123 para evitar que haya fuga del líquido que pasa a través de ésta.



Inserción de mangueras en la te de plástico. El líquido que se va a analizar (cuando la parte ya está en el campo, en este caso sería algún laboratorio de análisis clínicos), pasa por las mangueras y a través de la te.



Producto terminado, listo para empacarse en bolsa de plástico