



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA**  
**Y DISEÑO**



**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“APLICACIÓN DE TÉCNICAS RELACIONADAS CON LOS MÉTODOS,  
ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA  
EFICIENCIA EN UNA EMPRESA DE ENSAMBLES ELECTRÓNICOS”**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTA**

**CADMIEL NAYELI CARRASCO LARA**

**DIRECTORA DE TESIS**

**M.C. CLAUDIA CAMARGO WILSON**

**SINODALES**

**M.C. JESÚS EVERARDO OLGUÍN TIZNADO**  
**DR. JUAN ÁNDRES LÓPEZ BARRERAS**

**ENSENADA B.C. a 23 de Febrero de 2012**

23/02/2012

ASUNTO: Emisión de voto aprobatorio  
sobre trabajo de Tesis Profesional.

**M.C CARLOS GÓMEZ AGIS**

**SUBDIRECTOR ACADÉMICO DE LA F.I.A.D.**

**Presente.-**

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre trabajo de Tesis presentado por la **C. CADMIEL NAYELI CARRASCO LARA**, para poder presentar su Examen Profesional y obtener el Título INGENIERO INDUSTRIAL, me permito comunicarle que le he dado mi voto **APROBATORIO**, sobre su trabajo titulado **“APLICACIÓN DE TÉCNICAS RELACIONADAS CON LOS MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA EN UNA EMPRESA DE ENSAMBLES ELECTRÓNICOS”**

Esperando reciba de conformidad, quedo de usted, muy atentamente.



---

**M.C. CLAUDIA CAMARGO WILSON**  
Fac. de Ingeniería, Arquitectura y Diseño  
Campus Ensenada

C.c.p.- Exp. del Interesado

23/02/2012

ASUNTO: Emisión de voto aprobatorio  
sobre trabajo de Tesis Profesional.

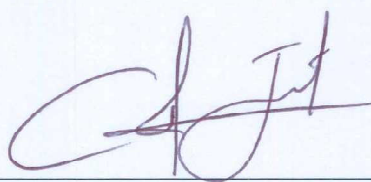
**M.C CARLOS GÓMEZ AGIS**

**SUBDIRECTOR ACADÉMICO DE LA F.I.A.D.**

**Presente.-**

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre trabajo de Tesis presentado por la **C. CADMIEL NAYELI CARRASCO LARA**, para poder presentar su Examen Profesional y obtener el Título INGENIERO INDUSTRIAL, me permito comunicarle que le he dado mi voto **APROBATORIO**, sobre su trabajo titulado **“APLICACIÓN DE TÉCNICAS RELACIONADAS CON LOS MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA EN UNA EMPRESA DE ENSAMBLES ELECTRÓNICOS”**

Esperando reciba de conformidad, quedo de usted, muy atentamente.



---

**M.C. JESÚS EVERARDO OLGUÍN TIZNADO**  
Fac. de Ingeniería, Arquitectura y Diseño  
Campus Ensenada

C.c.p.- Exp. del Interesado

23/02/2012

ASUNTO: Emisión de voto aprobatorio  
sobre trabajo de Tesis Profesional.

**M.C. CARLOS GOMEZ AGIS**

**SUBDIRECTOR ACADÉMICO DE LA F.I.A.D.**

**Presente.-**

Después de haber efectuado una revisión minuciosa sobre trabajo de Tesis presentado por la **C. CADMIEL NAYELI CARRASCO LARA**, para poder presentar su Examen Profesional y obtener el Título INGENIERO INDUSTRIAL, me permito comunicarle que le he dado mi voto **APROBATORIO**, sobre su trabajo titulado **“APLICACIÓN DE TÉCNICAS RELACIONADAS CON LOS MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA EN UNA EMPRESA DE ENSAMBLES ELECTRÓNICOS”**

Esperando reciba de conformidad, quedo de usted, muy atentamente.



---

**D.R. JUAN ANDRÉS LÓPEZ BARRERAS**  
Fac. Cs. Químicas e Ingeniería  
Campus Tijuana

C.c.p.- Exp. del Interesado

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, el tiempo y las energías que necesito para alcanzar mis metas y darme su guía.

A mis queridos padres, Desiderio Carrasco y Eluvina Lara de Carrasco, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

A mi directora de tesis M.C. Claudia Camargo por su paciencia y tenacidad que me impulsaron a la realización y culminación de este proyecto.

Al M.C. Jesús Olguín por los consejos, el apoyo y el ánimo que me brindó. Agradezco también al Dr. Juan A. López por sus comentarios y sus atinadas correcciones.

A mis compañeras Yessica Romo y Gladys Verdugo por su contribución para la elaboración proyecto.

A mis hermanos, a mis sobrinos y a Kitty, que fueron una fuente de motivación para terminar este proceso.

A Manuel y Edna Ozuna por brindarme su amistad, por darme buenos consejos y sus palabras de aliento que me han ayudado a seguir adelante.

A mis amigos Nhery, Daniela, Diana, Pamela, Abilene y Alfredo que me han acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Y gracias también a los directivos y operadores de la planta, que colaboraron para la realización de este proyecto.

A todos ellos, muchas gracias.

## ÍNDICE GENERAL

LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE TABLAS .....	11
LISTA DE GRÁFICAS.....	11
RESUMEN .....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Antecedentes.....	14
1.2 Marco de referencia .....	15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
2.1 Descripción del problema .....	19
2.2 Objetivos .....	19
2.2.1 Objetivo general.....	19
2.2.2 Objetivos específicos .....	20
2.3 Hipótesis.....	20
2.4 Pregunta de investigación.....	20
2.5 Justificación.....	20
2.6 Limitaciones y delimitaciones.....	21
2.6.1 Limitaciones.....	21
2.6.2 Delimitaciones .....	22
3. MARCO TEÓRICO .....	23
3.1 Procesos de producción.....	23
3.2 Técnicas, programas y herramientas.....	24
3.2.1 Manufactura esbelta .....	25
3.2.1.1 Cultura de las 5'S.....	25
3.2.2 Sistema Kanban.....	27
3.2.3 Balanceo de líneas .....	28
3.3 Eficiencia y productividad .....	28
3.3.1 Factores.....	28
3.3.1.1 Factor humano y su motivación .....	29
3.3.1.2 Factores amenaza .....	31
4. METODOLOGÍA.....	33

4.1	Análisis sensorial de prueba .....	35
4.1.1	Análisis de tiempos muertos .....	36
4.1.1.1	Procedimiento para el cálculo de tiempos muertos.....	38
4.2	Planeación y control de la producción.....	39
4.2.1	Eficiencia .....	39
4.2.1.1	Método actual .....	40
4.2.1.2	Método propuesto .....	40
4.2.2	Programación de la producción .....	41
4.2.2.1	Método actual .....	41
4.2.2.2	Método propuesto .....	44
4.3	Programa 5'S.....	49
4.3.1	Situación inicial .....	49
4.3.1.1	Auditoría general.....	49
4.3.2	Implementación del programa .....	54
4.3.2.1	Comité general del programa 5'S .....	55
4.3.2.2	Capacitación .....	57
4.3.2.3	Inicio del programa: Clasificación .....	58
4.3.2.3.1	Evaluación .....	60
4.3.2.3.2	Resultados .....	61
4.3.2.3.3	Seguimiento .....	63
4.3.2.4	Segunda 'S': Orden.....	63
4.3.2.4.1	Medidas correctivas .....	65
4.3.2.4.2	Evaluación .....	69
4.3.2.4.3	Seguimiento .....	70
4.3.2.5	Tercer 'S': Limpiar.....	70
4.3.2.5.1	Día de limpieza general .....	70
4.3.2.5.2	Evaluación .....	72
4.3.2.6	Cuarta 'S': Mantener .....	72
4.3.2.6.1	Evaluación .....	74
4.3.2.6.2	Capacitación a nuevos elementos .....	75
4.3.2.7	Cuarta 'S': Disciplina.....	75
4.3.3	Distribución de la planta.....	76
4.3.3.1	Producción.....	76

4.3.3.1.1 Área de arnés .....	77
4.3.3.1.1.1 Situación actual.....	77
4.3.3.1.1.2 Situación propuesta .....	78
4.3.3.2 Almacén.....	78
4.3.3.2.1 Situación actual.....	79
4.3.3.2.2 Situación propuesta .....	79
4.3.3.3 Control de calidad .....	82
4.3.3.3.1 Situación Actual .....	82
4.3.3.3.2 Situación Propuesta.....	83
4.4 Línea de ensamble piloto .....	83
4.4.1 Recopilación de información.....	84
4.4.2 Medición y estándares del trabajo .....	85
4.4.2.1 Estudio de tiempo .....	86
4.4.2.2 Muestreo del trabajo .....	86
4.4.3 Suplementos.....	89
4.4.3.1 Suplementos constantes.....	89
4.4.3.2 Suplementos por fatiga variable.....	90
4.4.4 Balanceo de líneas .....	91
4.4.5 Sistema kanban .....	96
4.4.5.1 Cuadros kanban.....	97
4.4.5.2 Sistema de contenedores .....	97
4.4.5.3 Procedimiento de aplicación .....	99
4.4.6 Ayudas visuales.....	101
4.4.7 Diseño y distribución de estaciones de trabajo.....	102
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	104
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	108
6.1 Conclusiones .....	108
6.2 Recomendaciones.....	110
7. BIBLIOGRAFÍA.....	113
8. GLOSARIO.....	115
9. LISTA DE ACRÓNIMOS .....	121
10. ANEXOS.....	122
ANEXO 1 Toma de tiempos muertos .....	122

ANEXO 2 Tríptico 5'S.....	123
ANEXO 3 Tarjeta roja y tarjeta azul .....	125
ANEXO4 Formato de clasificación.....	126
ANEXO 5 Programación de mantenimiento propuesta.....	127
ANEXO 6 Examen 5'S .....	128
ANEXO 7 Auditorías semanales .....	129
ANEXO 8 Auditoría general .....	130
ANEXO 9 Formato de revisión a estaciones de trabajo.....	131
ANEXO 10 Ensamblados considerados para la formación de línea de cables modulares .....	132
ANEXO 11 Tabla de distribución normal acumulada.....	134
ANEXO 12 Suplementos.....	135
ANEXO 13 Tabla de balanceo de líneas y tiempo estándar.....	136

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama .....	16
Figura 2. Diagrama causa-efecto Herramienta.....	33
Figura 3. Diagrama causa-efecto: Retrasos en entrega de órdenes .....	34
Figura 4. Diagrama causa-efecto: Baja productividad y eficiencia .....	35
Figura 5. Formato de verificación .....	36
Figura 6. Diagrama de operaciones actual para la planeación del trabajo.....	42
Figura 7. Diagrama de operaciones propuesto de la planeación del trabajo....	48
Figura 8. Estaciones de trabajo en departamento 60.....	49
Figura 9. Flujo de material. Departamento 50 .....	50
Figura 10. Orden en línea. Departamento 60 .....	50
Figura 11. Departamento 40.....	51
Figura 12. Departamento 20.....	51
Figura 13. Pasillos.....	52
Figura 14. Área de control de calidad y empaque .....	52
Figura 15. Oficina producción.....	53
Figura 16. Almacén .....	53
Figura 17. Desperdicios .....	54
Figura 18. Área de tarjetas rojas .....	59
Figura 19. Resultados de la primera evaluación .....	62
Figura 20. Convivencia y entrega de reconocimientos.....	62
Figura 21. Mural Cultura 5'S.....	63
Figura 22. Contenedores de herramienta.....	64
Figura 23. Estación de trabajo. Departamento 30 .....	65
Figura 24. Estación de trabajo. Departamento 60 .....	66
Figura 25. Material de ensamble sobre mesa .....	66
Figura 26. Disposición de material .....	66
Figura 27. Colocación de ayudas visuales .....	67
Figura 28. Oficina de producción.....	67
Figura 29. Almacén .....	68
Figura 30. Identificación de estantes .....	68
Figura 31. Distribución del departamento de control de calidad.....	69
Figura 32. Limpieza de áreas de trabajo .....	71
Figura 33. Pintado de áreas de trabajo .....	71
Figura 34. Plática 5'S por parte de supervisores.....	73
Figura 35. Distribución y flujo de material en el área de producción .....	76
Figura 36. Distribución actual área de arnés .....	77
Figura 37. Distribución propuesta del área de arnés.....	78
Figura 38. Distribución actual del área de almacén.....	79
Figura 39. Distribución propuesta del área de almacén .....	80
Figura 40. Flujo de entrada del material en el área de almacén.....	81
Figura 41. Flujo de salida de material en el área de almacén .....	81
Figura 42. Flujo de material en el área de calidad.....	82

Figura 43. Distribución y flujo de material en el área de control de calidad.....	83
Figura 44. Estructura de línea de ensamble.....	96
Figura 45. Línea de ensamble piloto. ....	96
Figura 46. Etiqueta Kanban para material de producción .....	98
Figura 47. Tarjeta Kanban de Ensamble.....	98
Figura 48. Tarjeta Kanban de Subensamble.....	99
Figura 49. Ayuda visual.....	101
Figura 50. Línea de ensamble con cuadros kanban.....	102
Figura 51. Diseño de línea de ensamble.....	103
Figura 52. Proceso para captura de datos para el cálculo de la eficiencia.....	112

### LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones del material .....	37
Tabla 2. Cálculo de capacidad de producción.....	45
Tabla 3. Schedule .....	47
Tabla 4. Resultados de primera auditoría .....	74
Tabla 5. Suplementos .....	91
Tabla 6. Distribución de operaciones .....	93
Tabla 7. Capacidad de producción.....	94
Tabla 8. Eficiencia .....	95
Tabla 9. Inventario inicial para Kanban necesario en almacén .....	100
Tabla 10. Análisis de eficiencia.....	104

### LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Condiciones del material.....	37
Gráfica 2. Resultados del examen 5'S .....	72
Gráfica 3. Eficiencia global.....	105

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad la aplicación de técnicas relacionadas con los métodos, estándares y diseño del trabajo en una empresa de ensamblajes electrónicos para incrementar su eficiencia en un 5% durante un lapso de tiempo de siete meses.

Para encontrar las principales causas de los problemas en la empresa, se elaboraron diagramas Ishikawa y en base a ellos se determinó la implementación de lo siguiente: un plan de producción, el programa de las 5'S y la estructuración de una línea de ensamble utilizando Lean Manufacturing.

En el plan de producción se crearon bases de datos y formatos; lo cual permitió un eficiente manejo de la carga de trabajo por parte del encargado de producción y una fácil asignación del mismo. Esto mantuvo un flujo continuo del trabajo, lo que incrementó el porcentaje de las órdenes entregadas a tiempo.

El programa de las 5'S permitió contar con instalaciones más organizadas, estandarizadas y limpias, ya que se eliminaron los materiales innecesarios dentro de todos los departamentos, esto permitió crear una conciencia de mejora continua en los departamentos de la empresa.

Además se sentaron las bases para la creación de una línea de ensamble, lo cual reducirá los tiempos muertos por cambios constantes de setup y se eliminarán aquellos relacionados con traslapes de herramienta.

La implementación de estos programas tiene una gran aportación, ya que permitirá a la empresa obtener mayores utilidades al eliminar desperdicios tanto de material como de tiempo, lo cual incrementará la calidad del producto y le ayudará a la permanencia en el mercado.

Palabras clave: Plan de producción, 5'S, lean manufacturing, kaizen, kanban.

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, las empresas se encuentran en una lucha constante por sobrevivir en el ámbito industrial, se hallan esforzándose por innovar en sus procesos y productos o servicios. La meta debe ser la velocidad y la capacidad de hacer más con menos (Sharma, 2011:24).

Debido a esto, es de primordial importancia para una empresa la búsqueda de aquello que favorezca al aumento de su productividad y eficiencia, mejore sus procesos, disminuya costos e incremente la calidad de sus productos para satisfacción de sus clientes.

En cualquier proceso de manufactura existen actividades adyacentes, como la ingeniería, la planeación de la producción y la logística. Todos y cada uno de estos son parte del ciclo de vida de un producto y, como tal, tienen que ser integrados y bien administrados (Donoso, 2011:31). Para ello, se cuenta diversas herramientas y sistemas de producción ideados para auxiliar a las organizaciones en el cumplimiento de sus metas.

Como uno de los sistemas más importantes se considera a Manufactura Esbelta (*Lean Manufacturing*). Nació en Japón y fue concebido por los grandes maestros del Sistema de Producción Toyota: William Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos. Consta de 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 operador (Niebel y Freivalds, 2004:663). Son algunas de esas herramientas y técnicas que se pusieron en marcha para la realización de este proyecto, el cual esta organizado en seis capítulos.

En el primer capítulo se presentan los antecedentes y el marco de referencia del proyecto. Como planteamiento del problema, se presentan en el capítulo II, los objetivos, la justificación, las limitaciones y las delimitaciones.

En el capítulo III se encuentra el marco teórico de las técnicas utilizadas en esta investigación. Dentro del capítulo IV se halla la metodología del proyecto,

los análisis iniciales y la puesta en marcha de los programas propuestos en las diversas áreas de la empresa. El capítulo V presenta los resultados del trabajo y, por último, el capítulo VI ofrece las conclusiones y recomendaciones del autor.

### **1.1 Antecedentes**

En la actualidad el medio ambiente de las industrias de manufactura es cada día más complejo. La única posibilidad para que una empresa aumente su rentabilidad es aumentar la productividad. Las técnicas fundamentales que dan como resultado incrementos en la productividad son los métodos, la medición del trabajo y el diseño del trabajo (Niebel y Freivalds, 2004:2).

Últimamente las empresas han adoptado doctrinas de calidad total, mejora continua, etc., lo que ha llevado a las organizaciones en sacar el máximo provecho sus recursos, tanto materiales, humanos e intelectuales, para así alcanzar un estándar de calidad mundial, Toyota es una muestra viviente de estas doctrinas que conjuga el esfuerzo humano, la experiencia y la parte intelectual de la organización<sup>1</sup>.

El sistema de producción Toyota (TPS) promueve los procesos de manufactura estrictos y eficientes usando métodos manteniendo el respeto al operador (Niebel y Freivalds, 2004:663). Dentro de este sistema, también conocido como Lean Manufacturing, se encuentran Justo a Tiempo (JIT, por sus siglas en inglés), Kaizen, Kanban, diseño de procesos y 5'S.

El método de 5'S, por ejemplo, permite fortalecer las bases y ofrece una manera sencilla y práctica de aplicar principios fundamentales de calidad para reforzar los cimientos de una organización de manera que soporten las operaciones. Es un sistema relativamente sencillo, práctico y económico para su implementación, lo que trae grandes ventajas a cualquier organización (Socconini, Barrantes, 1999: VII-XII).

Por otro lado, tener un plan de producción es de vital importancia para el cumplimiento de las metas de cualquier organización. Los factores que constituyen el contexto de la planeación de la producción son: la disponibilidad

---

<sup>1</sup> <http://www.monografias.com/trabajos18/toyota-kaizen/toyota-kaizen.shtml>

de las materias primas, la demanda del mercado, la situación económica, las actividades requeridas por la producción, los niveles de inventarios, la fuerza actual de trabajo, la capacidad física actual, la capacidad externa y el comportamiento de los competidores. Aunque el planificador no tiene control total sobre estos factores, siempre existirá cierta flexibilidad en el manejo de estos lo que abre la oportunidad de aplicar una o varias de las estrategias para planear la producción (Chase, Jacobs, Aquilano, 2004:578).

Existen tres estrategias básicas para planear la producción: estrategia Chase, fuerza de trabajo estable-horarios laborales variables y estrategia de nivelación. Cuando solo se usa una de estas variables para cumplir con la demanda, se está tratando de una estrategia pura, pero si se usa una combinación de dos o más, se estará utilizando una estrategia mixta. La industria en general utiliza más las estrategias mixtas (Chase, Jacobs, Aquilano, 2004:579). Este tipo de planificación se adapta a las necesidades de la empresa, lo que incrementa su rendimiento permitiendo que la empresa opere con más eficiencia.

## **1.2 Marco de referencia**

La empresa se dedica a la manufactura de una gran variedad de cables electrónicos. Localizada en la ciudad de Ensenada, Baja California desde el año de 1990, se ha caracterizado por su trabajo especializado y detallado dentro de esta rama industrial.

La industria maquiladora ha venido teniendo un gran auge en esta zona del país debido a su cercanía con Estados Unidos, lo que reduce tanto el costo de transportación de la materia prima así como el del producto terminado. Este aspecto ha sido de gran importancia para los inversionistas de la empresa, pues la localización de la misma ha permitido que sea elegida por los clientes para la manufactura de sus productos. A esto debe sumarse también que México es elegido por muchos debido al bajo costo de la mano de obra.<sup>2</sup>

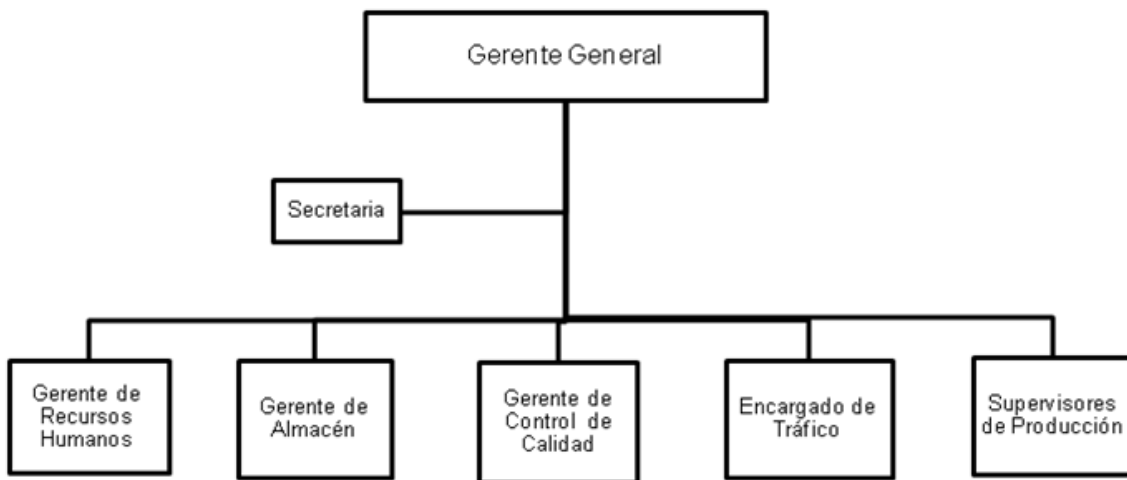
La planta en México constituye una extensión de la planta matriz localizada en Estados Unidos, la cual también funciona como proveedor al cliente final. Algunos de los clientes que atiende la organización son de gran importancia tanto nacional como internacional.

---

<sup>2</sup>Revista Manufactura. Competitividad China México. Año 17. Número 195. Septiembre 2011. Pág. 34-36

La empresa cuenta con una nave industrial en donde laboran alrededor de 100 personas. El gerente general tiene a su cargo a los encargados de los departamentos de recursos humanos, control de calidad, almacén, tráfico<sup>3</sup>, así como también a los supervisores del área de producción. El organigrama de la empresa se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Organigrama.



Fuente: Propia.

Es la planta en Estados Unidos establece el trabajo que la planta en México debe realizar, lo que los constituye como los proveedores y a al mismo tiempo como clientes. Se lleva un inventario en la planta en México, manejado por la planta matriz, ya que esta es la que surte el material necesario para ensamblar las órdenes y el permitido en stock. Cada orden de trabajo cuenta solo con un 5% de material extra para su ensamble.

La carga de trabajo de la planta se determina por el tamaño del embarque, es decir, la cantidad de órdenes que llegan cada semana. Cada orden requiere de un tiempo distinto para su fabricación, de acuerdo al número de piezas y el estándar del proceso de ensamble.

<sup>3</sup> Departamento encargado de la importación y exportación

Cada orden de trabajo incluye un *traveler* y el material de ensamble. Los *travelers* son documentos en los cuales se aporta la información necesaria para realizar el proceso de ensamble de forma correcta, como los son: el número de orden, el número de parte que indica el tipo de ensamble, la cantidad de piezas a fabricar, la fecha de embarque, la fecha de entrega del producto terminado, el proceso de ensamble, el dibujo con medidas de corte del cable y el tipo de componentes a utilizar, y la lista de materiales. Además, este documento describe el tiempo estándar por pieza y los elementos de revisión de calidad.

Es almacén el encargado de recibir el material y prepararlo para producción. Esta preparación incluye operaciones como cortar los cables con las medidas especificadas en los *travelers*. También se imprimen las etiquetas que llevarán los ensambles terminados y arman las órdenes en charolas con los materiales requeridos. Debido a esto, este departamento es el que determina el tipo de ensambles que producción llevará a cabo de acuerdo a la manera en que van preparando las órdenes.

La forma en que se decide la distribución del trabajo para cada departamento depende del criterio del gerente de la planta, ya que es él quien revisa el dibujo del *traveler* y hace la asignación del trabajo para los departamentos.

En el área de producción, su principal método de trabajo es el uso de “talleres de producción”, es decir cada departamento funciona independiente el uno del otro y no se lleva un proceso específico. Según sean las necesidades de la orden de trabajo, puede ser realizada por un sólo operador o por varios. Además la elaboración de estas órdenes cuando son ensambladas en línea, no lleva un flujo continuo, lo que ocasiona cuellos de botella, tiempos muertos, etc. Cuando una orden de trabajo no cuenta con el material completo, entonces es necesario pedir el material faltante a la planta en Estados Unidos para que lo haga llegar a la empresa en México en el siguiente embarque. Por lo tanto, la orden de trabajo es detenida hasta contar con el material completo o es ensamblada parcialmente.

En la planta existen seis departamentos de producción los cuales cuentan con entre 9 y 11 operadores cada uno. Cada departamento tiene a un encargado que es responsable de supervisar y distribuir el trabajo.

La producción en cada departamento depende de los supervisores a cargo. Éstos asignan a cada operador las tareas a realizar de acuerdo a la manera que consideran más conveniente, es decir, pueden determinar el número de operadores que se encargarán de trabajar una sola orden que incluye las operaciones de un sólo ensamble, para lo cual pueden asignar desde un sólo operador hasta más de cinco.

En cuanto a la distribución en las estaciones de trabajo, los operadores deciden cual será la forma en que colocarán el material de trabajo y la herramienta, así como la disposición de los residuos sobrantes, resultado de las operaciones de ensamble.

La política de la empresa es proveer a sus clientes productos y servicios de calidad en la industria del cable y componentes electrónicos mediante una filosofía de cero defectos. Esas son las metas establecidas por la dirección de la empresa, la cual espera hacer los ajustes necesarios dentro de la organización para alcanzarlas.

La administración de la compañía considera que un desarrollo a largo plazo y la prosperidad de la empresa están directamente relacionados con la constante satisfacción de las necesidades del cliente. Además de esto, reconoce la necesidad de que cada empleado se involucre en todos los aspectos del mejoramiento continuo de la calidad como parte de las funciones de su trabajo por lo que las nuevas ideas y propuestas son bien recibidas.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las condiciones en las que se trabajaba en la empresa mostraban claramente una falta de control, planeación, métodos, estándares y diseño del trabajo en las áreas de producción, control de calidad y almacén, lo cual, ocasionaba retrasos en la entrega de las órdenes de trabajo, problemas de calidad en los productos y la generación de desperdicio de material.

Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta: ¿A través de la aplicación de técnicas relacionadas con los métodos, estándares y diseño del trabajo se incrementará la eficiencia en un 5% durante un lapso de tiempo de siete meses?

### 2.1 Descripción del problema

Al hacer un análisis inicial en la empresa, se detectó que el principal problema se estaba presentando debido a que no se tenía un plan de producción bien estructurado, por lo que se generaban traslapes en el requerimiento de la herramienta requerida (pinzas de crimpeo); lo cual provocaba la generación de órdenes de trabajo detenidas por largos periodos, afectando la eficiencia.

En cuanto a la distribución de las áreas en los departamentos de almacén, de control de calidad y de producción se encontró una falta de organización en la estructura de los procesos, lo cual impide efectuar las tareas en tiempos más cortos.

Respecto al departamento de producción, fue frecuente observar las estaciones de trabajo con cables apilados, componentes esparcidos por la mesa, rebaba o basura acumulada, etc.

### 2.2 Objetivos

#### 2.2.1 Objetivo general

Aplicar técnicas relacionadas con los métodos, estándares y diseño del trabajo en una empresa de ensamblados electrónicos para incrementar la eficiencia en un 5% durante un lapso de tiempo de siete meses.

### **2.2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar y analizar los factores que provocan decrementos en la eficiencia.
2. Mejorar la distribución de la carga de trabajo mediante un plan de producción.
3. Diseñar y estandarizar las estaciones de trabajo e implementar el programa 5'S en las áreas de trabajo: producción, almacén y control de calidad.
4. Optimizar los espacios y mejorar el flujo de material en las áreas de calidad, producción y almacén.
5. Estructurar una línea de ensamble flexible utilizando técnicas de manufactura esbelta

### **2.3 Hipótesis**

La sistematización en la aplicación de técnicas relacionadas con los métodos, estándares y diseño del trabajo en las áreas de producción, almacén y control de calidad, llevan a un incremento de la eficiencia de un 5% durante un lapso de tiempo de siete meses.

### **2.4 Pregunta de investigación**

¿A través de la aplicación de técnicas relacionadas con los métodos, estándares y diseño del trabajo se incrementará la eficiencia en un 5% durante un lapso de tiempo de siete meses?

### **2.5 Justificación**

La realización del presente proyecto tendrá un impacto tecnológico, social y económico en la empresa:

- a) Impacto tecnológico: Las empresas se encuentran en una lucha constante por sobrevivir en el ámbito industrial, se esfuerzan por innovar sus procesos, productos y/o servicios. Es por ello, que es preciso ser flexibles y el poder adaptarse a los cambios que se van generando en el entorno, para que de esa manera, se logre la permanencia de los productos y de la organización dentro del mercado. Debido a que en la empresa en la que se desarrolló este proyecto no había precedentes de proyectos de ingeniería industrial, ni aplicación de

técnicas de trabajo. Por lo que se logró un gran beneficio para la organización y se sentaron las bases para futuros planes de mejoras.

b) Impacto social: Debido a que se formularon planes incluyendo a todos los miembros de la organización, se mejoró el ambiente de trabajo y se creó un espíritu de participación entre los operadores de todos los departamentos. Esto generó dentro de la empresa una cultura de mejora continua.

c) Impacto económico: Ya que los programas que se eligieron para poner en marcha en la empresa como el plan de producción y 5'S no requerían una gran inversión de recursos monetarios, esto facilitó la puesta en marcha de los mismos y no generó carga económica para la empresa. Además se redujeron los desperdicios de material por el mal manejo de este.

## **2.6 Limitaciones y delimitaciones**

### **2.6.1 Limitaciones**

Los altos directivos de la empresa mostraron la disposición a hacer los cambios propuestos en cuanto a la implementación de las 5'S, reacomodo de estaciones de trabajo y diseño de línea piloto para el mejoramiento de la empresa, ya que una vez analizadas las propuestas y la determinación de la efectividad de los métodos y herramientas a utilizar se daba la pauta para su implementación.

Sin embargo, existieron limitaciones económicas (monetarias), las cuales impidieron el adquirir el 100% del material solicitado para efectuar las modificaciones necesarias como mesas, sillas, pintura, estantes, etc. Aún así, los programas y los métodos propuestos pudieron realizarse de manera adecuada, debido a que se utilizaron los recursos con los que ya se cuenta (el personal, utensilios de limpieza, contenedores, etc.) y algunos materiales (pintura, papelería, botes para scrap, etc.) de los que fue posible adquirir.

La aplicación de las técnicas de planeación de la producción se enfrentó a diversos obstáculos, tales como los vicios adquiridos de parte de los supervisores en cuanto a la distribución del trabajo. La resistencia al cambio es muy fuerte, lo que en ocasiones influye a que aunque se tienen las herramientas para realizar el trabajo de una mejor manera, estas se hacen a un

lado para continuar con la antigua técnica de manejo y asignación de trabajo. Lo anterior no sólo repercute en cuestiones relacionadas directamente con la manufactura de los ensambles sino con la puesta en marcha de programas de mejora continua como 5'S.

Además, la rotación de personal a la que se enfrenta la empresa, referente a cuestiones de producción, contribuye a constantes variaciones en la capacidad de producción de los departamentos. Así mismo, este factor perjudica el seguimiento y la continuidad del programa 5'S.

Respecto al sistema Kanban y la estructuración de la línea de ensamble, se cuenta con una amplia disponibilidad y accesibilidad, pues la gerencia esta muy interesada en desarrollar este proyecto y en un futuro, aplicarlo en todos los departamentos de producción.

### **2.6.2 Delimitaciones**

En un periodo de siete meses, se pretende hacer lo siguiente:

- Iniciar y dar seguimiento al programa de mejora continua 5'S en toda la planta, que comprende las áreas de producción, almacén, calidad, administración y mantenimiento.
- Desarrollar y aplicar diseños de layout propuestos en las áreas de producción, almacén y calidad con el objetivo de mejorar el flujo de los materiales en cada una de las áreas.
- Crear un plan de producción que pueda ser seguido por los departamentos de almacen, producción y control de calidad, para cumplir con las fechas del cliente y aumentar la productividad en la empresa.
- En la línea de ensamble piloto, se incorporará un conjunto de cables modulares con operaciones similares y se diseñarán las estaciones de trabajo así como la estructuración del proceso considerando herramientas como el balanceo de líneas.
- Mejorar el funcionamiento de la productividad de la empresa, lo cual se iniciará con el desarrollo del sistema Kanban. Dicho sistema aplicará no sólo a la línea piloto planteada anteriormente, sino que se pretende extender el programa a un conjunto de líneas que en un futuro podrán estructurarse en base a familias de cables que podrían acoplarse a este sistema al formase nuevas líneas de

fabricación. Sin embargo, este trabajo sólo se enfocara al desarrollo de la primera línea de ensamble y se presentará la propuesta para la aplicación del sistema Kanban en el departamento de producción.

### 3. MARCO TEÓRICO

En el siguiente apartado se encuentra el marco teórico de las técnicas que se abordaran en este proyecto y que se toman como base para la implementación del mismo.

#### 3.1 Procesos de producción

No existe un producto y/o servicio sin un proceso. El proceso de producción es un conjunto de actividades mediante las cuales unos o varios factores productivos se trasforman en productos. Los procesos utilizan los recursos de la organización para suministrar resultados definitivos. La transformación genera riqueza, añade valor a los componentes adquiridos por la empresa (Fernández, Avella, Fernández, 2003:9). El material comprado es más valioso y aumenta su potencial para satisfacer las necesidades de los clientes a medida de que circula a lo largo del proceso de producción.

El proceso de producción está formado por tareas, flujos y almacenamientos. Una tarea es cualquier acción realizada por operadores y/o máquinas sobre materias primas, productos semi-terminados o productos terminados. Las tareas pueden ser de varios tipos: 1. *Esenciales*: las cuales consisten en transformaciones que cambian las características físicas o químicas de los materiales. 2. *Auxiliares*: las cuales complementan las esenciales, son de menor rango pero necesarias; por ejemplo, carga o descarga de piezas en una máquina. 3. *De apoyo*: las cuales tienen una orientación específica: hacer operativo y poner a punto el proceso; por ejemplo la preparación y ajuste de las máquinas. 4. *Superfluas*: las cuales son acciones que ocurren irregularmente y que requieren actuaciones que no añaden valor al producto; por ejemplo, mantenimiento correctivo a una máquina (Fernández, Avella, Fernández, 2003:10).

El establecer una metodología para el manejo y mejoramiento de los procesos de producción permite eliminar errores, minimizar las demoras, maximizar el

uso de los activos, facilitar el uso de los mismos y proporcionar a la organización una ventaja competitiva en el mercado. Así como el eliminar recursos que pudieran estar causando pérdidas para la empresa.

Un sistema productivo es el conjunto de características estructurales que configuran el proceso de transformación de una organización. Existen diferentes sistemas productivos. La elección del sistema productivo más adecuado para cada producto depende de múltiples circunstancias, entre las que es posible destacar las siguientes: tamaño del mercado, estrategia de la empresa, dinamismo tecnológico del sector, tipo de clientes y etapas del ciclo de vida en que se encuentre el producto (Fernández, Avella, Fernández, 2003:15). Dentro de los procesos productivos se destacan: la producción por proyecto, producción artesanal, producción por lotes, producción en masa y producción continua. Además, completando la topología de los sistemas productivos se desarrolla en Japón un nuevo tipo, conocido como Just in Time (JIT).

El sistema de producción que se emplea es de gran importancia para incrementar la productividad ya que se debe procurar que la razón de salidas y entradas sea tan grande como práctica. La productividad se puede considerar como una medida relativa ya que para que tenga algún significado es necesario hacer una comparación con respecto a algo más (Niebel y Freivalds, 2004:1-5). Al momento de diseñar procesos que permitan mejorar el flujo de materiales tanto en producción como de materia prima se consideran los sistemas empujar y jalar, los cuales presentan un componente técnico y un concepto administrativo.

### **3.2 Técnicas, programas y herramientas**

Existen distintas herramientas que nos permiten mejorar tanto la productividad como la eficiencia, sin embargo, es importante analizarlas para identificar aquellas que resultan ser las más apropiadas de acuerdo a la situación de la empresa.

### 3.2.1 Manufactura esbelta

Mediante el pensamiento de la Manufactura Esbelta, se proporciona a la empresa múltiples instrumentos que al implementarse en una organización proporcionan grandes beneficios.

Algunas de estas herramientas que se emplean durante e el proceso de implementación de prácticas de producción y operación esbelta son (Luna, 2007:35)

- Quality function deployment: Permite mediante equipos multidisciplinarios entender la percepción de valor de un cliente para determinar así las especificaciones técnicas de un producto. Se trata de un modelo visual.
- Poka Yoke: Sistema de fabricación a prueba de error.
- Kaizen: Mejora continua de un proceso para asegurar que se le agregue valor.
- SMED: Cambio rápido de herramientas.
- Jidoka: Autonomación, transferencia del conocimiento humano a las máquinas.
- Chaku Chaku: Flujo de una sola pieza, método que consiste que un solo operario vaya de máquina en máquina hasta hacer un proceso completo.
- 5'S: Palabras japonesas que ayudan a crear un ambiente adecuado para la implementación lean basado en el orden y la limpieza.
- Diagrama Spaghetti: El trazo de un mapa que permite seguir un producto a lo largo de toda su cadena de valor.
- JIT: Sistema de producción Justo a Tiempo, que permite colocar el producto sólo en el momento que se requiere en el momento de su ingreso en producción.
- Heijunka: Programación nivelada de pedidos que ayudan a suavizar las variaciones cotidianas.

#### 3.2.1.1 Cultura de las 5'S

En la actualidad, el medio ambiente empresarial es cada día mas complejo y se caracteriza por su dinamismo, vertiginosidad y por la competencia intensa. La cultura 5'S es un método que permite fortalecer las bases, ofrece una manera sencilla y práctica de aplicar los principios fundamentales de calidad para

reforzar los cimientos en la organización, de manera que se soporten las operaciones y el ritmo de vida de la empresa (Socconini, Barrantes, 2006:IX).

Nos permite implementar y establecer estándares óptimos a fin de contar con áreas y espacios de trabajo en orden, así mismo, permite realizar eficazmente las actividades de trabajo en todas las áreas de la empresa.

El nombre de Filosofía 5'S tiene como origen cinco palabras japonés que comienzan por la letra 'S', a saber:

Seiri - Clasificar

Seiton - Ordenar

Seiso - Limpiar

Seiketsu - Mantener

Shitsuke – Disciplina

Esta metodología es de gran ayuda para la organización a cubrir la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo y evitar desperdicios ocasionados por el desorden, ausencia de limpieza, contaminación, etc. Reduce las pérdidas por mala calidad. Crea las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos de trabajo mediante la inspección permanente por parte del personal que opera la maquinaria. Mejora la estandarización y la disciplina en el cumplimiento del modelo, que el personal tenga la posibilidad de participar en la elaboración de procedimientos de limpieza, orden, etc. (Brunson, 1995:24). También, conserva el sitio de trabajo en condiciones mediante controles periódicos sobre acciones de mantenimiento de las mejoras alcanzadas. Reduce las causas potenciales de accidentes, con lo deberá aumentarla conciencia en el cuidado y la conservación de los equipos y demás recursos de la compañía (Socconini, Barrantes, 2006:XII).

Además de todo lo anterior, llevar acabo la filosofía en la empresa contribuye a un mejor desempeño de cualquier programa de mejora de la calidad y la productividad como JIT, Control Total de la Calidad, Mantenimiento Productivo Total, Kaizen, etc.

Se puede decir entonces que una correcta planeación, las herramientas necesarias y una optimización de los recursos así como del tiempo, pueden

favorecer en gran medida el incremento de la eficiencia y productividad de cualquier empresa.

### 3.2.2 Sistema Kanban

El componente técnico se deriva de una técnica de control de la producción desarrollada en Toyota Motor Company en Japón, a principios de los 60 por Ohno y Shingo quienes trabajaban en la compañía en aquel tiempo (Niebel y Freivalds, 2004:664).

En general, la Técnica se dio a conocer como TPS. El fin es proporcionar una técnica de control sencilla que reduzca el tiempo de entrega y el trabajo en proceso. *Kanban*, la palabra japonesa para tarjeta, es la herramienta original que se usó para lograr estos objetivos. El Kanban es una técnica para implementar JIT, que constituye el 'nervio autónomo' de la línea de producción. Este enfoque resalta la habilidad de Toyota para cumplir con la demanda de sus clientes de los diferentes modelos de automóviles con un retraso mínimo, es decir, con flexibilidad máxima (Feld, 2001:74,75).

La diferencia entre los sistemas jalar y empujar es que en un sistema empujar se controla el envío de las órdenes de trabajo, mientras que el sistema jalar controla la planta. Los sistemas empujar controlan la producción al controlar el envío de órdenes y miden el trabajo en proceso, mientras que los sistemas jalar controlan el trabajo en proceso y miden la producción.

Un sistema Kanban no es para todo el mundo. Funciona mejor cuando el flujo es uniforme y la mezcla de productos es muy estable. Una suposición implícita en un sistema Kanban es que las operaciones de preparación son cortas en todas las estaciones de trabajo. Esto se requiere para que cada centro de trabajo pueda cambiar la producción de partes con tanta frecuencia como sea necesario para cumplir con la demanda especificada. El Kanban no funciona bien en sistemas con muchos números de inventario activos. El gran número de Kanban que se necesitan aumentará los inventarios y el control será complicado ya que se usa un sistema de información manual (Sipper, Bulfin, 1977:576).

### **3.2.3 Balanceo de líneas**

Para mejorar el flujo del material y evitar inventarios o cuellos de botella, es importante determinar la velocidad que llevarán los procesos para evitar que fluyan más rápidos o más lentos de lo normal. Para esto es necesario balancear las líneas y efectuar una correcta planeación en cuanto a la utilización de materiales de producción (Chase, Jacobs, Aquilano, 2005:214).

La gestión tradicional de la producción considera que la productividad es la medida que mejor refleja la posición estratégica de la fábrica. Un proceso productivo proporciona una ventaja competitiva a la empresa, ventaja que aumenta si, además, la fábrica es flexible, y puede adaptarse rápidamente a las condiciones del entorno o a los requisitos estratégicos del mercado en el que forma parte.

### **3.3 Eficiencia y productividad**

La eficiencia es la razón de la producción real de un proceso en relación con algún estándar, significa hacer algo al menor costo posible. Así mismo, el término de eficiencia se utiliza para medir las pérdidas o ganancias dentro de un proceso (Fernández, Avella, Fernández, 2003:549).

La productividad es una forma de medición de la utilización de los recursos o factores de producción, ya sea en un país, una industria o una unidad de negocios. La medición de la productividad es fundamental para la comprensión del desempeño relacionado con las operaciones (Fernández, Avella, Fernández, 2003:525).

#### **3.3.1 Factores**

Los factores que influyen en la productividad de las empresas son de dos tipos: internos y externos. Normalmente los primeros están sujetos al control de dirección de la organización, mientras que los segundos están totalmente fuera de su ámbito de influencia.

Según el modelo de Sutermeister, los dos grupos que están implicados en los factores internos son el desarrollo tecnológico y la motivación del empleado. El papel de la tecnología para determinar la productividad varía de acuerdo con el tipo de industrias, pero su trabajo es relativamente directo. El resto del modelo

explora la motivación de los operadores (Fernández, Avella, Fernández, 2003:536-247)

### **3.3.1.1 Factor humano y su motivación**

La motivación es una función de la habilidad y el desempeño laboral de los empleados. La habilidad, a su vez, se compone de destreza y conocimiento, mientras que el desempeño en el trabajo está afectado por las necesidades personales, los aspectos físicos y las condiciones sociales del lugar del trabajo. En el inicio del siglo XX, Taylor demostró que la organización correcta del trabajo, basada en el conocimiento detallado de cómo se realiza una tarea y en su división en los elementos básicos, puede dar lugar a una mayor eficiencia. Sin embargo, en las últimas décadas la idea que los trabajos simples y repetitivos pueden causar una menor productividad, ha ganado adeptos y la respuesta ha sido el empowerment y el trabajo en equipo, que consiste dar a los operadores más poder, información, variación de tareas y retroalimentación. El empowerment puede mejorar la productividad, a la par que aumenta la satisfacción en el trabajo (Hankman y Oldham). A menudo, las mejoras en la productividad vienen ocasionadas por un menor abstencionismo y una tasa de rotación del personal reducida (Fernández, Avella, Fernández, 2003:539).

La productividad se genera cada vez más a partir de la participación de los operadores, de una atención constante al aprendizaje y de la motivación de la experiencia colectiva de todos los empleados, más que de un mejor diseño propuesto por los directivos o un aumento de la intensidad del trabajo. La esencia de la mejora de la productividad es trabajar de manera inteligente, no más intensa. La habilidad y los conocimientos de quien hace el trabajo son componentes básicos en la mejora de la productividad (Fernández, Avella, Fernández, 2003:539).

La mejor manera de hacer las cosas tampoco se adopta por instinto. Así que, debido a esto la dirección de la empresa debe formular permanentemente un plan para que sus operadores aumenten su capacitación y sean aptos de acoplarse a los cambios que se vayan produciendo según las necesidades de

la fábrica (Crosby, 1994:99-102). Además se requiere un mejoramiento continuo del diseño del proceso donde los operadores realizan su actividad.

Los operadores deben estar motivados. La participación de empleados en programas como los “eventos Keizen”, no solo los motiva, sino que genera ideas útiles con una visión distinta a la que tiene la dirección, atribuyendo esto también a la mejora de la calidad (Ortiz, 2009:36).

Por otra parte sus condiciones de trabajo deben ser agradables y seguras y deben reconocerse como el recurso más importante de la empresa. Es por eso que el buen desempeño de los operadores *“respecto al aumento de la productividad se debe reforzar de inmediato mediante recompensas, no solo en forma de dinero, sino también mediante un mayor reconocimiento, participación y posibilidades de aprendizaje y, por último, mediante la eliminación completa de las recompensas negativas. En este sentido, el Centro de Productividad de Tokio considera que hay tres principios que contribuyen a la mejora de la productividad, y son (Japan Productivity Center, 1984): a) empleo estable y expansión de las oportunidades de empleo; b) cooperación y consulta entre operador y empresa y c) distribución leal de los frutos de las mejoras de la productividad”* (Fernández, Avella, Fernández, 2003:540-541).

La clave de una mayor productividad es involucrar a los operadores en el proceso. La productividad es un problema que puede resolverse coordinando los esfuerzos individuales de una manera provechosa y motivando a los empleados a hacerlo a través de una actitud de cooperación permanente en todos los niveles. Si les damos valor a las personas impulsamos el desarrollo de los empleados y la organización (Ortiz, 2009:36).

Por otro lado, hablando sobre el desarrollo tecnológico, normalmente la mecanización del trabajo contribuye a una mejora de la eficiencia empresarial. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la utilización de una nueva máquina provoca un descenso temporal en la eficiencia mientras esta se instala y los operadores aprenden a utilizarla. Además, muchas veces aparecen unos efectos secundarios como los costos que la nueva máquina impone en términos de existencias, calidad, utilización, tasa de rechazo, tiempos muertos y desperdicios de materiales. *“Lo cierto es que estos costos indirectos, con*

*frecuencia superan el nuevo coste del nuevo equipo y pueden persistir durante un año después de instalarlo” (Hayes y Clark). Lo mismo puede decirse sobre programas que pudieran aplicarse a la empresa que requieran de los recursos de la misma. Por ejemplo, invertir tiempo de producción para la capacitación de los empleados en nuevas estrategias de producción (Fernández, Avella, Fernández, 2003:541).*

Ahora para determinar las causas de la mala productividad de las empresas, hay que diferenciar los factores que añaden valor de los que no lo hacen. En este sentido la improductividad se refiere a todas las situaciones de la producción que incrementas los costos sin añadir valor al producto (Fernández, Avella, Fernández, 2003:542).

### **3.3.1.2 Factores amenaza**

El despilfarro es todo lo que no sea la cantidad mínima del equipo, materiales, piezas, espacio y tiempo del operador, que resulten absolutamente esenciales para añadir valor al producto y se divide en siete categorías: despilfarro por exceso de producción, despilfarro por tiempo de espera, despilfarro por transporte, despilfarro por proceso, despilfarro por existencias, despilfarro de movimiento y despilfarro por mala calidad del producto (Fernández, Avella, Fernández, 2003:542).

La dificultad de tener la habilidad para eliminar desperdicios consiste en que casi todas las empresas no han encaminado sus esfuerzos hacia el descubrimiento y la eliminación de los mismos. Es decir, no formulan ni buscan estrategias que les ayuden a reducirlos y aumentar su productividad.

Hablando de los factores externos que influyen en la productividad de una empresa, estos pueden ser tan fuertes que inutilicen las acciones que la empresa puede tomar para mejorar. Por ejemplo, *“numerosos cambios estructurales que afectan a la productividad tiene su origen en las leyes, reglamentos o prácticas institucionales, tales como: las medias y los incentivos fiscales, el transporte y las comunicaciones, la energía, los reglamentos y las prácticas de los organismo estatales” (Fernández, Avella, Fernández, 2003:547-548).*

Comúnmente, los términos productividad y eficiencia son considerados sinónimos y representados solamente a los factores de producción: entre menos factores se necesiten para lograr una producción determinada, mayor será su productividad. Sin embargo, una empresa muy eficiente no tiene asegurada su sobrevivencia en el mercado a largo plazo. *“La productividad es una condición necesaria, pero no suficiente para mejorar la competitividad. Por otro lado, la eficiencia y la eficacia no necesariamente van juntas, ya que la eficiencia implica alcanza un cierto nivel o rango de resultados que es aceptable, pero no necesariamente deseable. Así pues, la empresa no solo tiene que ser eficiente y hacer las cosas correctamente, también tiene que ser eficaces y hacer las cosas correctas. Confiar exclusivamente en el criterio de la eficiencia, probablemente se desanimará la inversión necesaria para innovar y generar riqueza a largo plazo”* (Fernández, Avella, Fernández, 2003:548).

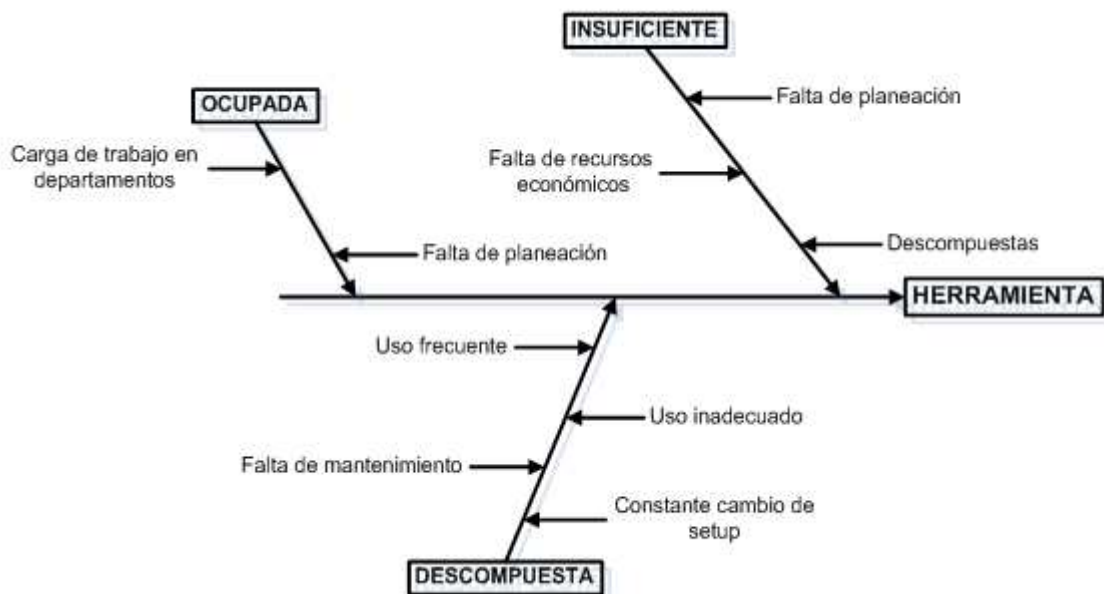
De esta manera el departamento de ingeniería será el uno de los encargados de formular estrategias de mejora y presentarlas a la dirección, teniendo como principal objetivo la mejora de la productividad.

## 4. METODOLOGÍA

Primeramente se hizo un análisis general de la empresa con el fin de detectar los principales problemas que afectan la productividad y eficiencia. La producción es un componente de la organización de manufactura. Como tal, interactúa con el resto de la organización, es decir, las decisiones tomadas en ella afectan la producción y viceversa (Riggs, 1990:18,19). Es por eso que se analizaron algunos de los posibles factores causantes de los problemas relacionados con la eficiencia y la productividad en el área de producción.

En la Figura 2 se muestra que uno de los principales problemas con los se enfrenta el área de producción es el del manejo de la herramienta. El que en diferentes departamentos se este elaborando órdenes de trabajo que requieran cierto número de herramienta, de la cual solo se tengan una o unas cuantas en existencia, genera paros en ensambles programados a entregar en cierta fecha. A este problema se le conoce en el área como traslape de herramienta. Otro inconveniente es que la herramienta se encuentre dañada por el mal uso o la ausencia de un mantenimiento adecuado, ya sea preventivo o correctivo.

Figura 2. Diagrama causa-efecto: Herramienta

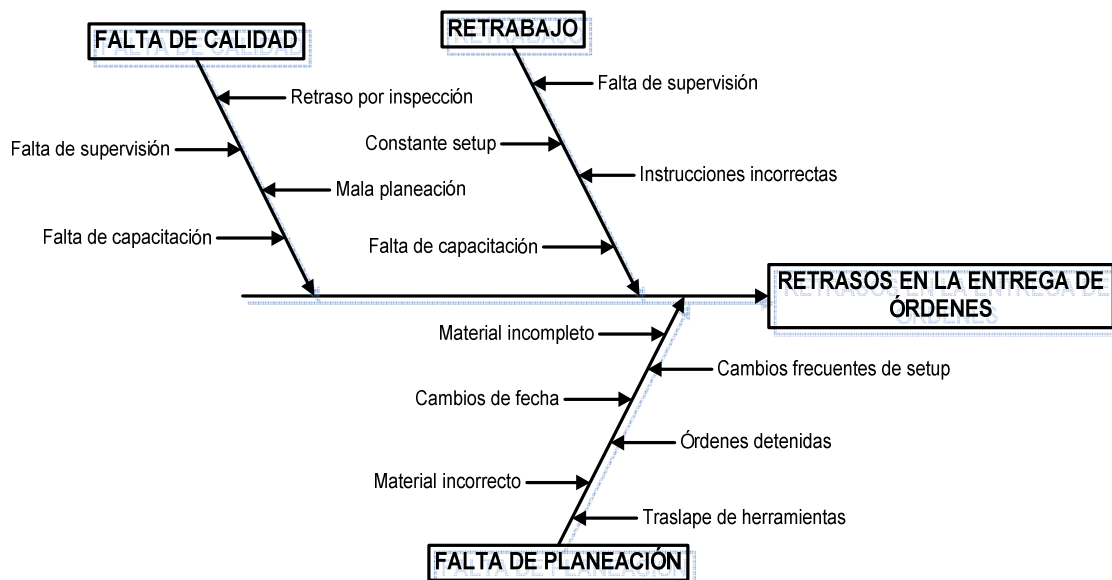


Fuente: Propia

La Figura 3 muestra otros aspectos relacionados con el retraso en la entrega de los órdenes de trabajo al cliente. Debido a que a que las áreas de almacén, producción y control de calidad están estrechamente relacionadas, todos estos influyen en si una orden es entregada a tiempo o no.

Si los materiales no son los correctos, están incompletos, o son dañados en almacén, evita que la orden este en producción para ser trabajada a tiempo. Si por otra parte, el departamento de almacén realizó bien su trabajo pero la encargada del departamento en producción no supervisa adecuadamente, no capacitó correctamente al operario por lo que este dañó material o simplemente no se realizó una planeación adecuada, entonces, de igual manera estaría ocasionando retrasos en la entrega de los ensambles. Lo mismo se puede decir del área de control de calidad, pues, aunque los departamentos anteriores hayan realizado exitosamente su trabajo, puede que los procesos o la ausencia de estos de igual forma entorpezcan el cumplimiento de las fechas puestas por el cliente.

Figura 3. Diagrama causa-efecto: Retrasos en entrega de órdenes



Fuente: Propia

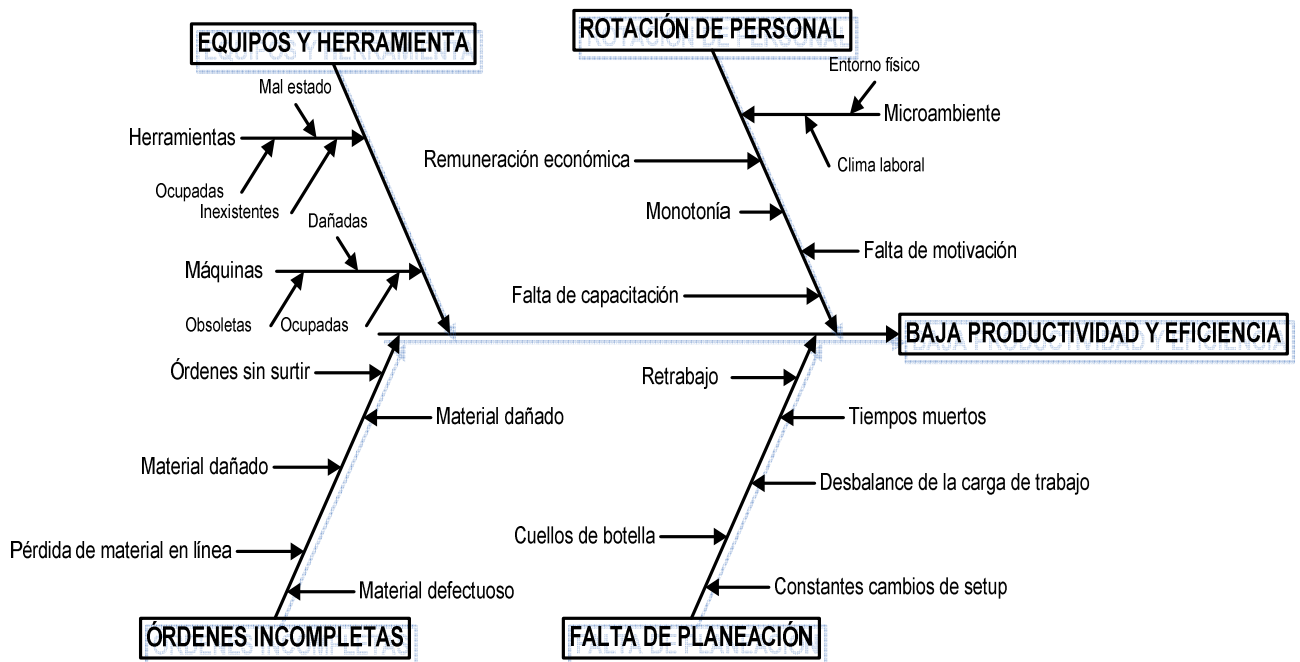
En base a estos resultados, se empezó por desarrollar un plan de producción que permitiera aminorar las fallas y contribuir de manera significativa al logro de los objetivos planteados en el inicio del proyecto.

#### 4.1 Análisis sensorial de prueba

A fin de identificar las principales fallas dentro de la empresa fue necesario realizar un análisis general de las condiciones actuales mediante la aplicación de diagramas y gráficas.

En la Figura 4 se muestra el diagrama Ishikawa o causa-efecto, el cual se desarrolló con la finalidad de determinar las causas principales que podrían estar ocasionando que la eficiencia global de la empresa fuera de 43% (Lockyer, 1998:69).

Figura 4. Diagrama causa-efecto: Baja productividad y eficiencia



Fuente: Propia

En base a este diagrama se puede determinar que existían varios factores que provocan problemas en la productividad. Las principales causas de mala eficiencia y productividad son: la rotación de personal, la deficiencia en equipo

y herramienta necesarios para el buen desempeño en la producción de ensambles, órdenes de trabajo incompletas ya sea por falta de material o daño del mismo durante la manufactura. Además la falta de planeación del trabajo ocasionaba retraso en la entrega de este.

#### 4.1.1 Análisis de tiempos muertos

Para determinar las causas que generaba órdenes incompletas en el área de producción, se elaboró un formato para recopilar información en busca de las causas que provocaban tiempos muertos en los departamentos de producción. En la Figura 5 se muestra el formato desarrollado y que se entregaba a cada uno de los 6 supervisores después de cada día de actividad laboral durante 3 semanas.

Figura 5. Formato de verificación

<b>FORMATO DE VERIFICACIÓN</b>	
fecha: _____	
Jefe de línea	_____
No. de operadores en línea	_____
No. de ordenes incompletas por:	
	Material dañado en línea..... _____
	Material defectuoso (de fábrica).. _____
	Material faltante..... _____
Ordenes terminadas:	Ordenes incompletas :
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
Observaciones:	_____
	_____
	_____

Fuente: Propia

La información a extraer de dichos formatos está ampliamente ligada con el material de ensamble. Este material puede dañarse en producción, presentar defectos de fábrica o ser surtido insuficiente para llevar a cabo la orden, ya sea por parte de almacén o inclusive por parte de los proveedores.

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de este formato en el tiempo anteriormente señalado.

Tabla 1. Condiciones de material

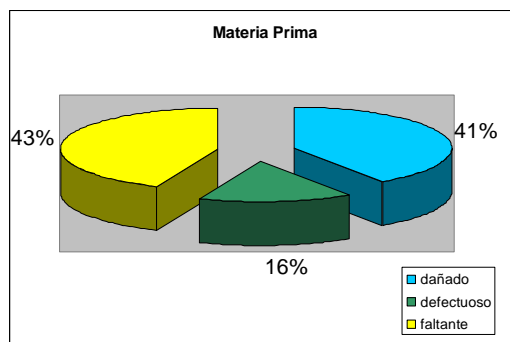
Líneas	Material			Total
	Dañado	Defectuoso	Faltante	
1	1	5	2	8
2	0	0	0	0
3	8	0	2	10
4	0	0	2	2
5	0	0	5	5
6	4	0	3	7
<b>Totales</b>	13	5	14	32

Fuente: Propia

Se puede apreciar que se encontraron 32 condiciones de inconformidad no conformidad de materiales. Esto fue en un total de 427 órdenes de trabajo analizadas durante el periodo de verificación de tres semanas.

En la Gráfica 1 se muestra que del total de órdenes incompletas el 43% se debe a material faltante, posiblemente por pérdida de materiales en producción o por parte de los proveedores. El 41% es dañado en línea y el 16% restante es material defectuoso de fábrica.

Gráfica 1. Condiciones de la materia prima



Fuente: Propia

Cuando se reportaban materiales faltantes, no sabían realmente la causa por la que este problema se presentaba. Se adjudicaba el problema a los proveedores que supuestamente enviaban las órdenes incompletas, sin embargo, como se mostró en este análisis, el desorden y la ausencia de manejo apropiado del material tanto en almacén como en producción, representaban un factor de gran importancia en el origen este problema.

A fin de justificar la importancia de la aplicación del programa 5'S se realizó un breve análisis en el cual se detectaron tiempos muertos mediante la observación y el estudio con cronómetro (García, 1998:8,9). Se tomó el lapso que tarda un operador en una línea durante una hora buscando algún objeto, material o herramienta para efectuar su trabajo. Dicho análisis se realizó durante una semana considerando cada uno de los departamentos de producción.

#### **4.1.1.1 Procedimiento para el cálculo de tiempos muertos**

Un departamento podía perder hasta 19.71 minutos en una hora. En un día laboral podía existir una pérdida de tiempo de 1.50 horas por departamento. En caso de seguir bajo estas condiciones al finalizar el año se habría perdido aproximadamente 1.36 meses, lo cual representa un total de 603.84 órdenes de trabajo (Ver Anexo 1). A continuación se procede a explicar cómo se llegó a este resultado.

El promedio de tiempo muerto por departamento fue de 0.167 horas, de ahí se obtuvo que en una jornada de trabajo de 9 horas se obtiene una pérdida de tiempo de:

$$\begin{aligned} 0.167 \text{ horas de desperdicio} \times 9 \text{ horas laborales} &= \\ 1.503 \text{ horas de pérdida en 1 día de trabajo} & \end{aligned}$$

A la semana:

$$1.50 \text{ horas} \times 5 \text{ días} = 7.5 \text{ horas de desperdicio en 5 días o semana laboral}$$

Al final de un año laboral de 245 días se obtiene

$$1.50 \text{ horas} \times 245 \text{ días} = 367.5 \text{ horas en un año}$$

En base a una jornada laboral de 9 horas se tiene

$$367.50 \text{ horas de trabajo} / 9 \text{ horas laborales} = 40.83 \text{ jornadas laborales}$$

Lo que da como resultado para un año una pérdida de tiempo de

40.83 jornada laboral / 30 días = 1.36 meses de pérdida

En una semana, los departamentos de producción pueden llegar a fabricar un total estimado de 111 órdenes. Si se continuara de esta forma se presentaría una disminución de:

$$1.36 \text{ meses} * 111 \text{ órdenes} * 4 \text{ semanas} = 603.84 \text{ órdenes en el mes}$$

La cantidad aproximada de horas reflejadas en este breve estudio, dejaron ver la importancia que tiene el que la empresa tenga entre sus objetivos el implementar un programa de mejora para disminuir los tiempos muertos en su proceso de producción.

Debido a los resultados obtenidos a través de éstos análisis se puede concluir que es necesario implementar herramientas que contribuyan a mejorar la productividad y eficiencia de la planta utilizando manufactura esbelta como lo son 5'S, Kanban, balanceo de líneas, diseño de estaciones de trabajo y diseño de layout propuestos, ya que serán de gran utilidad para cumplir los objetivos de la investigación.

## **4.2 Planeación y control de la producción**

En este apartado se analiza el método de reparto del trabajo en la empresa y se propone una nueva técnica a fin de obtener una distribución equilibrada de que ayude a alcanzar el objetivo de incrementar la eficiencia en la planta.

### **4.2.1 Eficiencia**

Como se sabe, es de gran importancia para una empresa de manufactura el llevar un registro de la eficiencia, debido a que esto le permite controlar el flujo de sus recursos, en este caso el tiempo, y hacer un comparativo con los resultados obtenidos (Salvendy, 2007:132). Es una forma de medir el desempeño de los operadores y de esta manera determinar el rumbo de la compañía. Es por eso que en el momento de hacer este cálculo es necesario que sea aplicado de la manera correcta, de lo contrario reflejaría datos irreales y por ende no sería un dato confiable de medición del trabajo.

#### 4.2.1.1 Método actual

Este método de análisis permite comparar el tiempo total enviado en órdenes, tiempo establecido por los travelers, y las horas reales de la fuerza de trabajo de cada departamento; estas horas se calculan haciendo un promedio semanal del número de operadores por departamento ya que este dato no es constante. Posteriormente se calcula la eficiencia aplicando la siguiente fórmula:

$$E = (\text{Horas trabajadas} / \text{capacidad de producción}) \times 100$$

El resultado de este cálculo, es promediado con lo obtenido en las cuatro semanas anteriores y de esta forma obtiene el porcentaje de eficiencia total en cada departamento.

Una vez que se tienen los resultados, se introducen en una base de datos en la cual se obtienen las gráficas que muestran el aumento o disminución de la eficiencia de cada departamento, así como la eficiencia global que muestra el resultado general de todos los departamentos producción.

#### 4.2.1.2 Método propuesto

Se ha considerado que la fórmula utilizada para efectuar este cálculo es la correcta, sin embargo, se ha determinado que los elementos implicados en dicha fórmula no están siendo aplicados de la manera más adecuada ya que los resultados obtenidos no reflejan la exactitud deseada.

*“La razón de los ingresos por hora de producción entre las hora reloj, da la eficiencia del departamento. El recíproco de la eficiencia multiplicado por la tasa promedio por hora da el costo por hora de la producción estándar”* (Niebel-Freivalds, 2004:57). Esto quiere decir que para el cálculo de la eficiencia sólo hay que dividir las horas trabajadas entre las horas reales. Así se obtiene la eficiencia para un periodo determinado de tiempo. En ningún momento se habla de hacer un promedio con datos anteriores para obtener la eficiencia real. Se puede hacer un promedio, por ejemplo, para conocer la eficiencia “promedio” de cierto departamento en un mes o en un año.

Otro punto que se puede observar es el método utilizado para el registro de tiempo trabajado. Como se mencionó anteriormente, el total de las horas trabajadas son conocidas por el registro que se hace de las órdenes terminadas y en base al tiempo establecido por los travelers.

En este punto observamos una problemática, pues este método también contribuye a que los datos no sean certeros. Esto es, porque en el caso de que se trabajen órdenes muy grandes, ya sea en cantidad de ensambles o en tiempo, y estas no sean terminadas en transcurso de una semana, ese tiempo trabajado no es considerado para el cálculo de la eficiencia del departamento, sólo hasta que la orden sea cerrada, es decir, que el número total de sus piezas este terminada y enviada al cliente. De esta manera, en ocasiones habrá semanas la eficiencia sea muy baja o incluso de 0% y en otras rebasará el 100%.

Debido a esto, se considera más apropiado para el cálculo de la eficiencia el que se tomen en cuenta las horas reales trabajadas, aún cuando una orden no haya sido cerrada. Esto se puede calcular comparando el número de piezas fueron terminadas con respecto al tiempo total y piezas totales que especifica la orden. De esa manera se obtendría cuanto tiempo corresponde a ese parcial.

#### **4.2.2 Programación de la producción**

##### **4.2.2.1 Método actual**

En lo que respecta al área de producción los retrasos en la entrega de órdenes, extravió de material, desbalance de la carga de trabajo y traslape de herramienta entre los distintos departamentos se ha visto reflejado en una severa disminución en la eficiencia ya que los recursos con los que se cuenta, no han sido aprovechados de la mejor forma.

La Figura 6 muestra el proceso utilizado para la distribución de trabajo. Este comienza con la recepción de las órdenes y material de trabajo. El gerente recibe los travelers o viajeros y corrobora que cada uno de ellos concuerde con el número de orden correspondiente en la lista electrónica del embarque enviada por la planta matriz en Estados Unidos. Así mismo, se verifica la fecha de recepción y envío que aparece en cada traveler para cerciorarse que éstas coincidan con lo previamente acordado con el cliente ya que cada departamento cuenta con un margen de tres semanas para enviar el trabajo. En caso de no haber concordancia respecto a estas fechas, se hace el cambio correspondiente y se notifica al cliente al que corresponde la orden.

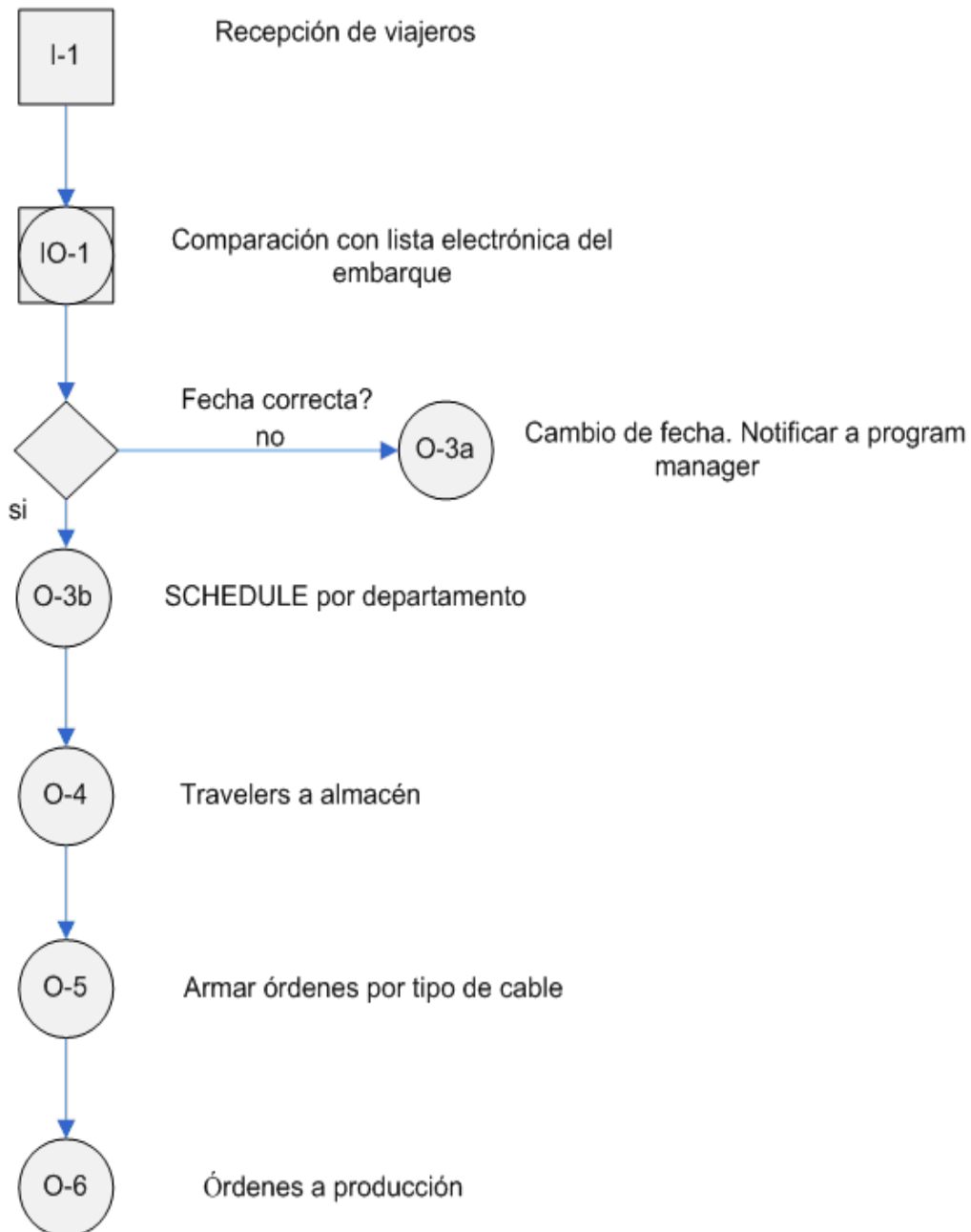
Figura 6. Diagrama de operaciones actual para la planeación del trabajo

## DIAGRAMA DE OPERACIONES

Distribución de trabajo  
Elaboró: Cadmiel Carrasco  
Revisó: Yessica Romo

Diagrama: actual

Fecha: 27 de junio



Fuente:Propia

Una vez hecho esto, se elabora la lista de trabajo por departamento partiendo de la base de datos utilizando el archivo con el historial de números de parte recibidos anteriormente. Este registro permite identificar el departamento al cual corresponde cada orden. Esta lista, llamada “*Schedule*” se entrega a cada jefe de departamento de producción incluyendo almacén.

Las órdenes se comienzan a elaborar de manera aleatoria, es decir, almacén coloca las órdenes que va terminado de armar conforme a su proceso y las coloca en un estante como listas para trabajar en producción. Esta área de la empresa se encarga de determinar el trabajo para los distintos departamentos, usando como criterio para esto, el tipo de cable, pues se argumenta que disminuye el tiempo de setup para el corte de cable, sin embargo, este método no beneficia en nada a producción pues desbalancea la carga de trabajo de los departamentos.

Para distribuir el trabajo en cada departamento, se considera la experiencia de cada supervisor, ya que son ellos quienes deciden quienes y cuantos operadores son los adecuados para realizar dicho trabajo.

La mayoría de los supervisores son operadores que han sido ascendidos, por lo que no cuentan con los conocimientos sobre planeación y control de la producción, ni conocen la importancia de la eliminación de los tiempos muertos; además no conocen los métodos para disminuir los retrasos y evitar los retrabajos. Se basan en su conocimiento empírico, el cual la mayoría de las veces no es la mejor vía; eso lo hace notar la baja productividad que mostraba la empresa.

Por lo anterior, al momento de la aplicación de este método, se generan problemas en el control del trabajo. El traslape de herramientas contribuye a estos problemas pues en la planta solamente se cuenta con una herramienta por tipo y cada semana se reciben varias órdenes para distintos departamentos que se ensamblan con el mismo tipo de herramienta. Lo anterior contribuye a que existan órdenes detenidas en espera de que la herramienta esté disponible.

Además, este método de trabajo también ocasiona retrasos en el envío de los pedidos y genera un desequilibrio en la carga de trabajo para los distintos

departamentos. Como resultado de esta forma de trabajar esta la baja productividad y eficiencia en toda la fábrica.

#### **4.2.2.2 Método propuesto**

Frente esta problemática y en la búsqueda de una mejor manera de eficientizar la distribución de trabajo, se consideró adecuado implementar la técnicas y métodos de Planeación y Control de la Producción (Biegel, 1978:106).

La planeación permite programar, determina rutas, acelera y da seguimiento a las órdenes de producción, todo esto para economizar y satisfacer los requerimientos de los clientes. El control de la producción tiene como función determinar dónde y cuándo se puede realizar cierto trabajo (Riggs, 1990:34).

*“La programación, una de las funciones más importantes del control de la producción, casi siempre se maneja por grados de detalle: 1) a largo plazo o programa maestro, 2) programación de órdenes recibidas y 3) programación detallada de la producción o carga de máquinas”* (Niebel-Freivalds, 2004:595).

En el caso de la empresa en cuestión, debido a la forma en que recibe el trabajo, se vio conveniente el aplicar la programación de órdenes recibidas; este tipo de control incluye las órdenes existentes para cumplir con la demanda de los clientes. En este caso, *“los operadores asignan grados de prioridad para órdenes específicas y promesas de entrega anticipada que surgen de este programa”* (Niebel-Freivalds, 2004:595).

Para la programación de la producción en la planta se consideran, para cada departamento, como grados de prioridad: 1) fecha de entrega, 2) herramienta y 3) tiempo en horas de la orden.

Estos grados de prioridad se consideran los más apropiados para la forma de trabajar de la empresa. Debido a que la producción es en base a órdenes específicas solicitadas por los clientes para cierto tiempo, planear la producción inicialmente conforme a las fechas de entrega es la mejor manera de asegurar el cumplimiento del trabajo para el tiempo estipulado. Además como segundo grado establecimos la herramienta, pues, como se explicó anteriormente, no existen las pinzas ni los aplicadores suficientes para todos los departamentos, por lo que el agrupar las órdenes por tipo de herramienta que usan y asignarlas para trabajarlas en cierto día resulta en la eliminación de traslapes de

herramienta y por ende disminución de tiempos muertos. Por último, y no menos importante, se considera el tiempo en horas de las órdenes para llevar a cabo la planeación de la producción, pues esto permite la mejor utilización de la capacidad de producción de cada departamento.

En base a esto se consideró apropiada la creación de un programa llevando la siguiente metodología:

Se creó una base de datos en hojas de cálculo para llevar un registro de las órdenes asignadas a cada uno de los departamentos. En este archivo se registró cada uno de los movimientos con las órdenes en producción. Los supervisores son los encargados de actualizar diariamente este Schedule, en el que se especifica la localización de las órdenes bajo su responsabilidad. De esta forma, se lleva un control de las órdenes de trabajo y permite que se identifiquen los problemas.

Para el diseño del Schedule, se tomó inicialmente en consideración la capacidad de producción de cada uno de los departamentos conforme al número de operadores con los que cuenta cada uno de ellos.

La fórmula utilizada para este cálculo fue la siguiente:

$$CPR = (Capacidad\ de\ producción \times eficiencia\ actual) / días\ semanales$$

La Tabla 2 calcula la capacidad de producción, según la eficiencia deseada.

Tabla 2. Cálculo de capacidad de producción

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN							
DEP.	OPERARIOS	PRODUCCIÓN EN HORAS	TOLERANCIA	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN /HORAS	% DE EFICIENCIA ACTUAL	PRODUCCIÓN REAL / HORAS	PRODUCCIÓN HORAS/DIA
10	6	270	5%	256.5	90%	<b>230.85</b>	46.17

Fuente: Propia

De esta manera, se sabe cual es la capacidad de horas para cada departamento en un día, lo que permite determinar el total de órdenes a asignar a ese departamento; a continuación se dividió el trabajo en días, usando como punto de referencia la capacidad de producción.

Para esto, previamente se realizó una junta con los supervisores de departamento, la cual se hará semana tras semana, en la cual se analizó el embarque de órdenes que llegó y estas se distribuyeron de acuerdo al tipo de cables que cada departamento es capaz de producir. Así, los supervisores están al tanto del trabajo que tendrán y también aportarán ideas sobre la forma más conveniente de cumplir con las órdenes solicitadas. Estas juntas son parte del método de manufactura esbelta a implementar en toda la planta. Se podrían llamar también Eventos Kaizen; así se pretende llevar un programa de mejoramiento continuo basado en el trabajo en equipo y la utilización de las habilidades y conocimientos del personal involucrado.

El llevar acabo estos eventos semanales, se cumple con los objetivos de Kaizen, a saber el de mejorar la productividad de cualquier área o sección escogida en cualquier empresa. Esto se logra mediante la implantación de diversas técnicas y filosofías de trabajo de Manufactura Esbelta y técnicas de solución de problemas y detección de desperdicios basados en el estímulo y capacitación del personal. En este caso, al involucrar a los supervisores de departamento, en la repartición de trabajo promueve la participación en el seguimiento del programa y permite también el que se tenga un compromiso para la realización del mismo (Feld, 2001:91).Una vez repartidas las órdenes se procede a programar cuales se harán para cierto día; si esta planeación es respetada se asegura que el traslape de herramienta es eliminado. La programación de las órdenes de trabajo será entregada a los supervisores en el formato que muestra la Tabla 3.

Tabla 3. Schedule

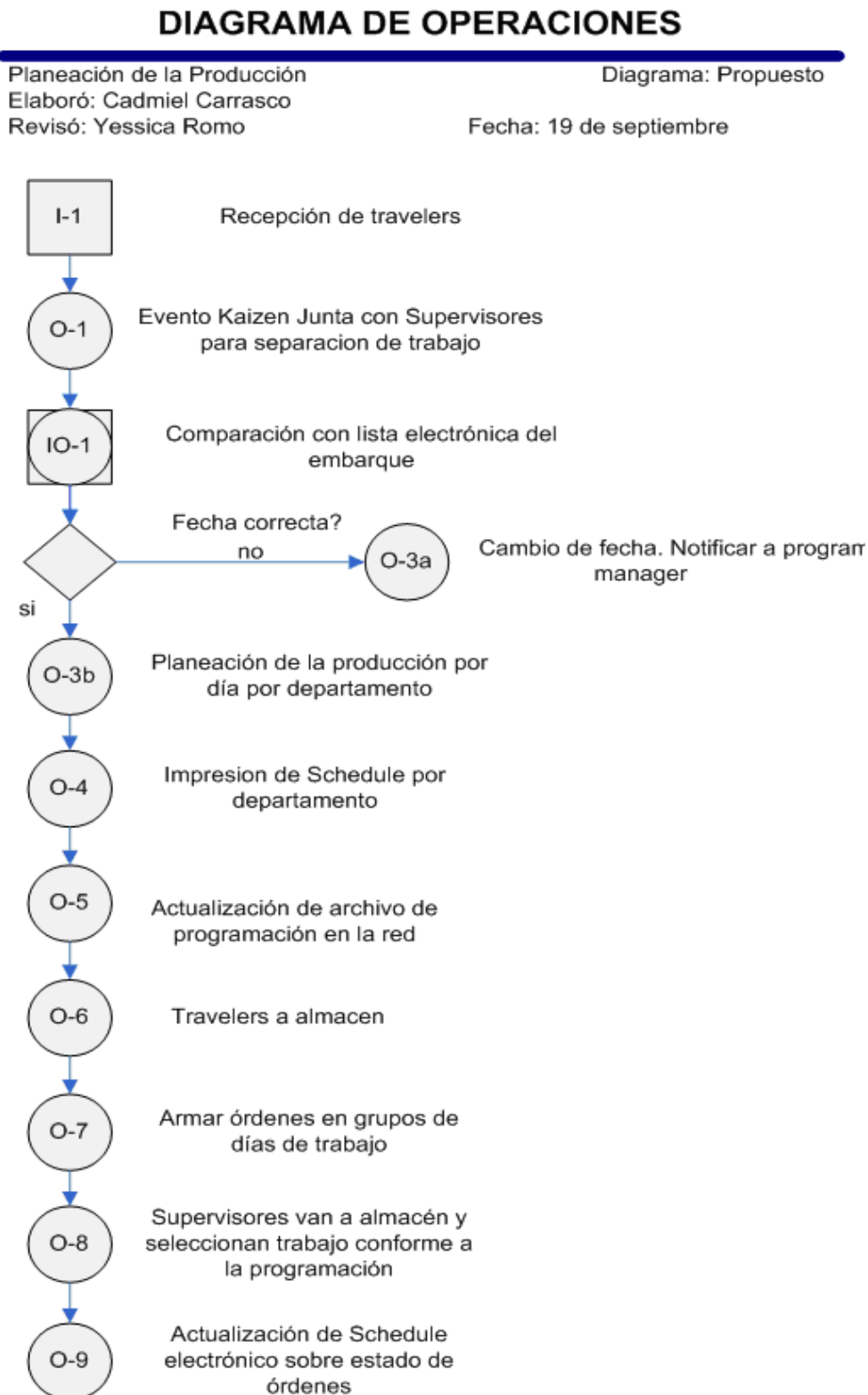
11-Dic								
# de orden	# de ensamble	# de piezas		Fecha	Tiempo	Tiempo U.	Cliente	Dep.
291963	RX04998	25	25	MM/DD/AA	15.01	0.6004	LAM	40
291975	RX05002	27	27	MM/DD/AA	13.86	0.5133	LAM	40
292707	KT04990	14	14	MM/DD/AA	5.66	0.4044	LAM	40
PO53851-9	115-0331-007	100	100	MM/DD/AA	13.63	0.1363	ALTINEX	40
					<b>48.16</b>			
12-Dic								
291906	RX03751	9	9	MM/DD/AA	3.55	0.3945	LAM	60,40
292082	RX09044	24	24	MM/DD/AA	8.94	0.3727	LAM	40
291910	RX11362	27	27	MM/DD/AA	12.99	0.4810	LAM	40
292068	KT1701	46	46	MM/DD/AA	9.03	0.1963	SANMINA	20210
291955	KT00888	34	34	MM/DD/AA	8.43	0.2478	SANMINA	20210
291960	KT00889	36	36	MM/DD/AA	0.90	0.0250	SANMINA	20210
292002	KT04934	21	21	MM/DD/AA	4.14	0.1971	SANMINA	20210
					<b>47.98</b>			

Fuente: Propia

Los supervisores tienen la responsabilidad de diariamente actualizar el archivo, señalando que órdenes fueron terminadas y cuales siguen en línea. De esta manera se tiene un control sobre la localización de las órdenes, así como de las fechas para terminarlas o si se les presenta algún problema de material faltante, retrabajo, etc.

En Figura 7 se plasma este procedimiento propuesto para la planeación del trabajo. Con este proceso, se espera la disminución del problema relacionado con la entrega de órdenes a tiempo.

Figura 7. Diagrama de operaciones propuesto de la planeación del trabajo



Fuente: Propia

### 4.3 Programa 5'S

#### 4.3.1 Situación inicial

En base a los resultados obtenidos en el análisis previo efectuado al inicio del estudio, se llegó a la conclusión de que el programa de las 5'S sería de gran utilidad para reducir gran cantidad de tiempos muertos y mejorar el ambiente laboral.

Para su implementación fue necesario recabar información en la cual se haga evidente la efectividad de su aplicación por lo que se realizó una investigación, en la cual se incluyen datos sobre el procedimiento a seguir para su óptimo desarrollo, así como la identificación de los objetivos, beneficios y posibles obstáculos en la puesta en marcha.

##### 4.3.1.1 Auditoría general

Se efectuó una auditoría en la empresa tomando notas y fotografías de las condiciones de la planta en los distintos departamentos y áreas comunes; de esta manera, se contará con una base de datos de los antecedentes y circunstancias iniciales. Esto también ayudó a la justificación de la implementación del programa.

Dentro de las condiciones observadas se encontró en un departamento de producción, estaciones de trabajo con material innecesario como se muestra en la Figura 8.

Figura 8. Estaciones de trabajo en departamento 60



Fuente: Propia

Estas condiciones provocan que el área de trabajo se muestre desordenada, desorganizada y poco limpia. Las circunstancias aquí mostradas contribuyen a

un desagradable ambiente de trabajo. La Figura 9 muestra un departamento donde el trabajo es realizado en línea. En este, al flujo del material dentro de la línea de trabajo es manejado de manera continua. En este caso, se estaban originando inventarios en línea, lo cual daba como resultado cuellos de botella en los flujos. Así mismo podemos observar que existe material innecesario sobre la mesa de trabajo, ausencia de manejo de las ayudas visuales, y mala disposición de de área de trabajo y del recurso humano.

Figura 9. Flujo de material. Departamento 50



Fuente: Propia

La Figura 10 muestra una de las estaciones de trabajo del departamento 60, donde también se observaron inconformidades. Por ejemplo, se encontró a un operador laborando en un espacio reducido de trabajo y con distractores visuales que no son útiles el desarrollo de sus funciones. De igual manera, tenía material innecesario dentro de su espacio de trabajo.

Figura 10. Orden en línea. Departamento 60



Fuente: Propia

Dentro de los hábitos laborales del área de producción, como lo muestra la Figura 11, es el realizar las operaciones fuera del área de confort lo que minimiza la oportunidad de realizarlas con eficiencia. Esto también genera basura que de manera indirecta repercute en la calidad del producto. Además que es un punto intensamente relacionado con la seguridad e higiene en la línea de producción. De igual manera nuevamente se observó acumulación de inventario de material en la línea.

Figura 11. Departamento 40



Fuente: Propia

Como muestra la Figura 12, la sobrecarga visual es un tema recurrente en todos los departamentos de ensamble de la planta; al igual que acumulación de material, materiales innecesarios, basura y desarrollo de trabajo inadecuado.

Figura 12. Departamento 20



Fuente: Propia

La manufactura de los materiales recibidos del cliente en Estados Unidos requiere de precisión y cumplir con los estándares de calidad, ya que son costosos y utilizados en maquinaria costosa.

La Figura 13 muestra que en los pasillos de la empresa se observaron acumulación de tarimas, cajas de cartón, material de basura, escalera, entre otros objetos, que todos en conjunto obstruyen el paso del pasillo frente al área de mantenimiento, lo cual conlleva a un mal aspecto de esta área, así como una condición insegura.

Figura 13. Pasillos



Fuente: propia

En la Figura 14 se muestra el departamento de control de calidad y de empaque. En este se observa que la gran mayoría del producto terminado se encuentra en el piso, esto es debido a que se tiene en el departamento un área específica de producto terminado. De igual manera se detectan elementos innecesarios dentro de esta área.

Figura 14. Área control de calidad y empaque



Fuente: Propia

Además, el flujo del material dentro de este departamento de calidad no era el adecuado, debido a que el material entraba y salía de este departamento para las inspecciones visuales y eléctricas lo cual provocaba movimientos innecesarios tanto del material como del personal.

Inclusive en las oficinas de la planta se encontró desorden y un estado de caos, como se muestra en la Figura 15.

Figura 15. Oficina de producción



Fuente: Propia

La Figura 16 muestra el área de almacén, en donde la distribución no es eficiente, debido a que los flujos del material son muy dispersos. Esto se debe que el departamento abarca todo el segundo piso de la planta, teniendo espacios vacíos y desordenados. Los materiales no se hayan en una secuencia lógica, ni su ubicación contribuye a su rápida localización.

Figura 16. Almacén



Fuente: Propia

Además, como muestra la Figura 17, no se realiza una disposición de los residuos y desechos del área, por lo que se obstruyen los pasillos y dan mal aspecto al área. Y sobre todo, que son factores de alto riesgo para la seguridad industrial de la planta.

Figura 17. Desperdicios



Fuente: Propia

Las observaciones realizadas en todas las áreas de esta empresa mostraron que estas se encontraban en un estado de caos, debido a la falta de estándares de organización. También se encontró falta de un flujo continuo y controlado en los procesos, lo que ocasiona que se presentan cuellos de botella en el desarrollo de las operaciones de ensamble y de armado de órdenes. Como consecuencia en la planta existe acumulación y extravío de material así como de herramienta de trabajo.

De igual manera, se detectaron movimientos innecesarios por parte de los operadores en el desarrollo de las operaciones, falta de ayudas visuales en las áreas de trabajo, mala distribución del personal, estaciones de trabajo indefinidas, programación deficiente de la producción, falta de coordinación y traslape de herramientas.

#### **4.3.2 Implementación del programa**

Una vez obtenida toda esta información, se elaboró la propuesta de 5'S para su implementación, la cual en conjunto con otras herramientas se busca mejorar la productividad y eficiencia de la empresa. Dicha propuesta se presentó a la gerencia y mandos medios de la empresa para lograr la aprobación del proyecto.

Siendo aceptado el programa 5'S, como inicio la gerencia aprobó que se implementaría en sólo un departamento del área de producción a fin de demostrar la efectividad de este programa. Esta idea se reestructuró debido a que la empresa tuvo una auditoría externa por parte de uno de sus clientes más importantes. En vista de lo resultados obtenidos de esta auditoría se modificó la implementación de este programa hacia tres de las áreas más importantes de la empresa: Producción, Calidad y Almacén.

Se estructuró la información obtenida sobre 5'S para dar a conocer a todos los empleados de cada una de las áreas de la empresa, teniendo como meta el crear conciencia sobre el medio en el que se desenvuelven, las malas condiciones en las que se desarrollan sus labores, la forma de trabajo y las consecuencias de seguir así. Para ello se elaboraron trípticos a fin de que se contara con información relevante sobre lo qué es la filosofía de 5'S (ver Anexo 2). Ésta se desarrollará en beneficio tanto de los operadores, como de la empresa.

Para la implementación del programa se consideraron los siguientes pasos:

- 1) Creación de comité gestor del programa 5'S.
- 2) Capacitación a miembros del comité sobre el programa y las actividades a realizar.
- 3) Plática con jefes de departamento para solicitar su colaboración en el desarrollo del programa.
- 4) Asignación de fechas para impartir capacitación con todos miembros de los distintos departamentos para integración en el programa.
- 5) Anuncios por toda la empresa de la fecha de inicio del programa.
- 6) Eventos Kaizen con el comité de 5'S cada lunes para formular estrategias de cómo mejorar la implementación del programa según las circunstancias de cada departamento.
- 7) Planear y calendarizar auditorías que evalúen el avance del programa

#### **4.3.2.1 Comité general del programa 5'S**

El comité de implementación y seguimiento del programa 5'S dentro de la empresa será el responsable de promover el desarrollo de la aplicación del

mismo en toda la organización. El comité contará con diez miembros y tendrá los siguientes objetivos:

- Cada miembro tendrá la comisión de promover el programa dentro de su departamento.
- Programación de actividades de ejecución.
- Creación de materiales que estimulen la cooperación de todos en el programa.
- Educar sobre el significado de 5'S a los miembros de su departamento.
- Supervisar diariamente que se esté realizando el programa dentro de su departamento.
- Hacer de 5'S una cultura.

El comité estará conformado por un coordinador general y por un operador de cada departamento de producción, así como también se tomará en cuenta la colaboración de los departamentos de administración, almacén y control de calidad. La participación en el comité será de forma voluntaria. Los miembros del comité gestor deberá tener deseos de mejorar, ser responsables, tener iniciativa y saber trabajar en equipo.

Para la formación del comité se convocó a todos los departamentos de la empresa a que consideraran qué persona podría representarlos en él.

Una vez reunido el personal necesario para la formación del comité, se realizó una junta donde se asignaron los puestos dentro del grupo. A continuación se describe a cada uno de ellos:

- Coordinador: Se hará cargo de la capacitación de cada uno de los miembros del comité así como de organizar las actividades a realizar por parte del equipo, elaborar un cronograma de esas actividades y monitorear la implementación del programa.
- Secretario: Se encargará de llevar un registro de los avances que se logren con el programa así como de los problemas que surjan. Además el secretario se hará disponible para auxiliar al coordinador en lo que se presente.
- Auditores: Se asignará a 8 personas para que sean auditores en las evaluaciones periódicas. En estas evaluaciones se tomará en cuenta los

resultados alcanzados por el departamento en cuestión hasta lo convenido en el cronograma de actividades.

Ya formado el comité junto con su estructura se llevó a cabo una capacitación sobre el programa, donde se realizó una lluvia de ideas de parte de todos los miembros que buscaba la participación y el total compromiso de estos con el programa, la mejora continua y la buena implementación de esta filosofía. Para esto fue necesario realizar un plan de actividades para la puesta en marcha del programa y para la implementación del primer pilar.

Cada semana se planea que se lleven a cabo eventos Kaizen con una duración de 15 minutos en donde se escucharán propuestas, se plantearán estrategias y se asignarán actividades del programa para esa semana.

Se programa que cada mes se realicen auditorías a cada departamento, los cuales serán evaluados cada uno por dos auditores que no formen parte de este. La evaluación se realizará de forma objetiva. Los resultados de las auditorías serán de conocimiento general, pues dentro de las responsabilidades de este comité, también se estableció la creación del mural "Cultura 5'S, Equipo del mes", donde se pretende reconocer al equipo o departamento que haya mostrado mayor compromiso con el programa. Además, se les entregará a todos los integrantes del departamento un reconocimiento por el esfuerzo hecho en el tiempo transcurrido del programa. También se entregarán reconocimientos a los departamentos que hayan quedado en segundo y tercer lugar.

Para un mejor conocimiento del programa de parte de todos los operadores de la empresa, se realizaron pláticas sobre lo que se quiere lograr con el programa y los cambios que esperamos obtener a todos los miembros de los distintos departamentos. Se asignaron fechas para establecer el orden correspondiente del programa.

#### **4.3.2.2 Capacitación**

Para cumplir las metas del comité gestor del programa se organizaron pláticas para todos los departamentos en donde se les daba una introducción a la filosofía, así como sus aplicaciones tanto en la vida personal como en la laboral. Esto para concienciar en los miembros de la organización la

importancia de tomarse en serio la ejecución de los planes realizados. Es bien sabido que sin la cooperación del factor más importante de la empresa, el factor humano, sería imposible tener resultados exitosos, por lo que durante estas capacitaciones se les hizo saber el gran valor que tienen para la empresa y el compromiso que esta tiene con ellos.

Pensando en la mejor manera para el entendimiento, aceptación y retención de la información impartida en la capacitación; solo se habló de una forma más específica de la primera 'S', de lo que significa, los métodos y herramientas a seguir y la fecha de inicio. Así, se llevaría una implementación gradual del programa, asegurando el mejor provecho para su desempeño.

Durante esta etapa de la implementación se dejó claro que el Programa 5'S no es solo limpiar y conservarlo limpio; es un estilo de vida. Es por eso que terminadas las pláticas y establecida la fecha de inicio se llevó a cabo una pequeña evaluación de cinco preguntas:

1. Describe las 5'S.
2. Explica brevemente qué significan las 5'S como cultura.
3. ¿Cuáles son los objetivos del Programa CULTURA 5'S dentro de la empresa?
4. ¿Por qué es importante la creación de la cultura 5'S?
5. ¿Qué crees que haga falta para la implementación exitosa del programa en la empresa?

Los resultados obtenidos de esta evaluación constataron que los operadores estaban bien familiarizados con el programa lo que permitía el seguimiento de este. Así que se inició con la primera 'S' la fecha establecida para ello.

#### **4.3.2.3 Inicio del programa: Clasificación**

Para la implementación del primer pilar fue necesario elaborar una serie de tarjetas rojas y azules las cuales tuvieron como objetivo identificar el material innecesario del necesario. Debido a que existen materiales que no tienen mucho uso dentro de las estaciones de trabajo en un momento dado, estos tienden a obstruir los procedimientos habituales de operación, ocupan espacio y provocan el sobrecarga de materiales en las áreas de trabajo.

Dichas tarjetas consisten en un formato sencillo en el cual se especifica el tipo de material que se transferirá a otra área donde se pueda utilizar o bien

almacenar para su posterior uso, la cantidad de material detectado y la fecha en que se detectó (ver Anexo 3). Toda esta información se fue recabando en un formato de clasificación en donde se especifica el número de tarjeta, el tipo de elemento encontrado, cómo fue que llegó a esa área, la acción a realizar, la persona responsable de dar seguimiento al manejo de este material, las fechas tentativas en las que se determinaron asignación, planes y cuando se llevó a cabo la asignación, así como los avances de esta acción y una descripción de que fue lo que se hizo con estos materiales (ver Anexo 4).

Al mismo tiempo, se inspecciona el material detectado como innecesario para verificar si pudiera ser utilizado o no por alguien más. En caso de ser un material que ya no sirva, tomar la decisión de desecharlo.

Una vez realizados ambos formatos, se procedió a ponerlos a disponibilidad de los supervisores y a los operadores. El procedimiento para utilizar dichas tarjetas se había impartido en las pláticas previas al inicio del programa.

Se estableció un día para disponer de los materiales extras de los departamentos y se asignó un área de acopio de los etiquetados con tarjetas rojas. Como se muestra en la Figura 18, se tuvo una completa colaboración de todos los departamentos de la empresa.

Figura 18. Área de Tarjetas Rojas



Fuente: Propia

El siguiente paso fue transportar y recolectar todos los materiales innecesarios al área de tarjetas rojas. El departamento que se determinó para esto fue el de almacén. Algunos materiales y equipos no pudieron ser removidos, debido a que el área designada era pequeña y además la maquinaria era pesada para transportarla.

Se colocaron 80 tarjetas rojas a elementos innecesarios dentro de las áreas de producción y calidad, entre los cuales destacan, una empleadora, cortadora de cable, telescopio, báscula, materia prima, como conectores, tubing, tapas, cables, etc. Una vez recopilados todos estos materiales, se comenzó por analizar la funcionalidad de estos dentro de la empresa y determinar la disposición de estos.

#### **4.3.2.3.1 Evaluación**

Como se había establecido previamente, para el aseguramiento del continuo seguimiento del programa, se establecieron fechas para auditar a los departamentos. El comité gestor era el encargado de dicho trabajo.

Se realizó una junta previa a la primera auditoría con todos los miembros del comité para hacer de su conocimiento los lineamientos a considerar al momento de auditar los diferentes departamentos de la empresa. A grandes rasgos, los miembros del comité conocen previamente en que consiste una auditoría y la dinámica a desempeñar.

Los departamentos a auditar fueron asignados a los auditores (uno o más) de manera aleatoria. Como lineamientos generales de las auditorías a realizar en la empresa en la implementación de uno y cada uno de los pasos del programa se consideró los siguientes puntos:

- Los integrantes del departamento seguirán con sus actividades normales.
- No se dará a conocer al jefe de área o a los operadores que calificación se esta asignando.
- La auditoría se realizará de una manera seria y ordenada.
- No se permitirá que mientras se realice la auditoría los miembros del departamento quieran hacer lo que no han hecho en el mes trascurrido.

-Las calificaciones serán puestas de una manera objetiva, es decir, basadas - única y exclusivamente en la situación actual del programa en el departamento y no en asuntos personales.

-Cuando se encuentre algo fuera de lugar, según el criterio establecido, preguntar al encargado la razón por la cual se está dando la situación.

-Anotar en el formato todas las observaciones que se hagan.

-Al terminar de auditar el departamento asignado, se entregará el formato al coordinador del comité, quien hará el recuento del puntaje alcanzado por cada uno de estos y publicará los resultados al día siguiente.

-Se reconocerá al departamento de más alto puntaje en la auditoría colocando su foto en el mural. Además se le entregara reconocimientos.

Llegada la fecha establecida para la auditoría se entregaron los formatos a los auditores y se procedió a llevar a cabo. Ya que fueron asignados los auditores para cada departamento, se distribuyeron los formatos correspondientes. Se analizaron cada uno de los aspectos a evaluar y se contestaron las dudas.

La auditoría se realizó de manera ordenada y sin contratiempos. Cada auditor evaluó el departamento asignado conforme a las observaciones hechas. Dichas observaciones fueron registradas en una hoja anexa a su formato de evaluación. Al terminar de evaluar todos y cada uno de los departamentos, se entregaron las hojas de registro al coordinador del comité, quien capturó los resultados en el documento electrónico destinado para eso.

#### **4.3.2.3.2 Resultados**

Una vez establecidas las calificaciones dadas por los auditores a los distintos departamentos se agregó la calificación del desempeño durante el desarrollo del programa, la cual se obtuvo del promedio de las calificaciones dadas por el Supervisor General de Producción y el Coordinador del Comité 5'S, correspondiente a las observaciones hechas por estos durante el primer mes del desarrollo de la primera 'S'.

La Figura 19 muestra los resultados obtenidos al ser realizada esta dinámica, los cuales fueron publicados al día siguiente de la ejecución de la auditoría.

Figura 19. Resultados de primera evaluación

RESULTADOS DE AUDITORÍA		
Dep 10	230	
Dep 20	625	
Dep 30	735	
Dep 40	750	
Dep 50	760	2do Lugar
Dep 60	650	
Administración	755	3er Lugar
Almacén	200	
Control de Calidad	765	<b>1er Lugar</b>

Fuente: Propia

Como se tenía previsto, el equipo con más alto puntaje en los resultados de la auditoría, se hizo acreedor a una comida patrocinada por la empresa y a reconocimientos para cada uno de sus integrantes. La Figura 20 muestra dicha convivencia.

Figura 20. Convivencia y entrega de reconocimientos.



Fuente: Propia

Además, como se muestra en la Figura 21, se colocó en el mural 5'S la foto del equipo con más alta puntuación, dando así el reconocimiento debido al trabajo

y compromiso del departamento. Esperando que esto genere motivación en los demás equipos en las próximas evaluaciones.

Figura 21. Mural Cultura 5'S



Fuente: Propia

Cabe señalar que en esta primera auditoría no sólo se evaluará las condiciones actuales, sino además, su desempeño en la implementación del programa a través del mes transcurrido.

#### 4.3.2.3.3 Seguimiento

Para no dejar de lado los esfuerzos hasta este punto demostrados por los miembros de la organización se considera de gran importancia el seguimiento de esta fase del programa. Para lo cual se coordinaron revisiones periódicas para constatar que se sigue empleando en todos los departamentos. Se realizaron en forma de auditorías con la misma dinámica establecida por el comité gestor. Esta fase del programa tuvo una duración de dos meses previo al inicio de la segunda 'S'.

#### 4.3.2.4 Segunda 'S': Orden

Después de la implementación del primer pilar, se observó una mejoría en el aspecto de la empresa. Ahora lo que correspondía era ordenar todos aquellos materiales considerados como necesarios dentro de las áreas de trabajo.

Llegada la fecha establecida por el comité para la segunda fase se dio inicio a ordenar las cosas que fueron clasificadas como cada uno de los departamentos.

En uno de los eventos Kaizen realizados por el comité, un supervisor proporcionó la idea de acomodar las herramientas utilizadas en producción en contenedores identificados para que fácilmente se detecte visualmente si la herramienta se encontraba disponible. Tal como se muestra en la Figura 22.

Figura 22. Contenedores de herramienta



Fuente: Propia

Se estructuró una presentación sobre la importancia de ordenar las áreas de trabajo, así mismo el manejo de personal para el desarrollo de las actividades y el de evitar que éstos realicen movimientos innecesarios dentro de las operaciones de trabajo. Hay que recordar que el orden no solo es disponer del material, sino de todos los recursos disponibles, a fin de optimizarlos.

Se presentó esta información primeramente a supervisores de área y posteriormente a los demás empleados de la planta, como parte de la capacitación impartida por el comité.

Durante las observaciones hechas en esta etapa como en las previas al inicio del proyecto, se detectó que los ensambladores realizaban movimientos cruzados, perdían tiempo en búsqueda de pinzas, herramientas, material, por lo que se concluyó que los supervisores deben procurar que éstos cuenten con todo el material necesario a la mano, a fin de evitar la pérdida de tiempo, así como evitar redundancias en los movimientos corporales.

Es por esto que se consideró necesario hablar con los operadores y concientizarlos sobre el manejo de la herramienta y el material para evitar los movimientos cruzados, ya que es conveniente que éstos se encuentren a la mano a fin de que sea más fácil tomarlos y trabajar con ellos.

Por otra parte, se analizaron los inventarios de material existente en las líneas de trabajo. Se observó que frecuentemente en las líneas había material detenido, lo cual era debido al deficiente flujo de material y del manejo de personal, como muestra la Figura 23.

Figura 23. Estación de trabajo. Departamento 30



Fuente: Propia

La raíz de esta problemática estaba determinada por el desbalanceo de personal conforme a la carga de trabajo de cada orden, a la par con la carga de tiempo de operación especificada en los travelers.

Esta situación daba como resultado la conglomeración de material sobre las mesas de trabajo, provocando que los operadores realizaran sus actividades cotidianas de operación de manera incómoda, por el espacio reducido de trabajo. También se suscitaba la pérdida de material debido a que no se colocaba en un recipiente adecuado para la contención de las piezas pequeñas a trabajar.

#### **4.3.2.4.1 Medidas correctivas**

En los procesos de ensamble, una adecuada organización en el trabajo favorece el flujo en los procesos y facilita el trabajo ya que reducen los movimientos innecesarios. Una estación de trabajo con un flujo continuo de operaciones de ensamble y sin inventario es lo que se espera tener en todos los departamentos de producción, como se observa en la Figura 24.

Figura 24. Estación de trabajo. Departamento 60



Fuente: Propia

Para contrarrestar el mal manejo y pérdida de materia prima pequeña en las estaciones, como se muestra en la Figura 25, fue necesario adquirir contenedores de diversas medidas, a fin de disponer de manera efectiva el manejo de los componentes. Esto para evitar la pérdida de material y el desorden en las mesas de trabajo, como se muestra en la Figura 26.

Figura 25. Material de ensamble sobre mesa



Fuente: Propia

Figura 26. Disposición de material



Fuente: Propia

Se observó en todas las estaciones que no se contaba con un área determinada para las ayudas visuales ni el manejo de los travelers, por lo que se asignó un área específica en las mamparas para la colocación de las ayudas visuales. De esta manera se evitó que los operadores acumulen papeles en las mesas de trabajo mientras están realizando sus ensambles. Éstas se colocaron a una altura de la mesa de 32 cm, como muestra la Figura 27.

Figura 27. Colocación de ayudas visuales



Fuente: Propia

Con estos cambios en las líneas de producción se obtuvieron resultados favorables debido a que los tiempos de ensamble se redujeron, los operadores trabajaban más cómodos, se mejoró el flujo de material y se eliminó la pérdida de material pequeño.

De igual manera, en la oficina de producción se llevó a cabo la revisión de todo el material, a fin de desalojar de este lugar todos los objetos innecesarios. Lo cual nos da como resultado una mejor organización y orden dentro de esta oficina como muestra la Figura 28.

Figura 28. Oficina de producción



Fuente: propia

Así mismo, como muestra la Figura 29, el departamento de almacén se dio a la tarea de mejorar su distribución dentro de la planta para mejorar los flujos de la materia, para tenerlos más a la mano.

Figura 29. Almacén



Fuente: Propia

Se identificaron los estantes de este departamento para el acomodo del material por el número de parte, lo cual facilitó la ubicación del material, como muestra la Figura 30.

Figura 30. Identificación de estantes



Fuente: propia

Con el fin de mejorar el proceso de las órdenes que entran a revisión al departamento de calidad se modificó la distribución de esta área, como muestra la Figura 31.

Figura 31. Distribución del departamento de control de calidad



Fuente: Propia

El flujo de material en este departamento consiste en hacer llegar las órdenes a pruebas de inspección en línea, una vez aprobada la inspección se envía la orden a inspección eléctrica, ya que se aprueba, pasa a inspección visual, y por último se va al área de empaque final. En dado caso de no aprobar algunas de las inspecciones la orden se regresa a producción para su retrabajo.

A la par con 5'S se trabajó con el control y programación de las órdenes de trabajo que antes controlaba almacén. Todo esto para mejorar la programación de trabajo en cada una de las líneas. Con esto se mejoró el flujo de manejo de órdenes, logrando así que el departamento de producción se encargue directamente de la recepción y programación de travelers.

Otro de los factores que afectan a la eficiencia de la producción es el retrabajo, el cual ha sido difícil de erradicar, debido a la rotación constante de personal en la empresa, aunado a esto se presentó la resistencia al cambio, tanto por operadores como por supervisores, y por las actitudes negativas que inconscientemente provocan la deficiente mejora de sus actividades.

#### **4.3.2.4.2 Evaluación**

Siguiendo la misma dinámica establecida al inicio del programa, se evaluó periódicamente el desarrollo de esta etapa en todos los departamentos. De esta manera se evitó que entraran al área elementos que no agregaran valor al proceso, la correcta disposición de los materiales y herramientas, y también, que los elementos requeridos en cada departamento estuvieran en orden.

#### **4.3.2.4.3 Seguimiento**

Se sabe, que cuando un operador no está acostumbrado a trabajar de cierta manera se presenta una resistencia al cambio. Es por eso que las revisiones semanales y mensuales pretenden fomentar la cultura en toda la planta y que siempre se tenga presente. Durante la ejecución de esta segunda 'S', se llevó a la par con la anterior y era del conocimiento de todos los empleados el continuo seguimiento de estas durante toda la duración del programa.

#### **4.3.2.5 Tercer 'S': Limpiar**

Limpieza significa inspección, debido a que si se da un buen mantenimiento a los equipos, instalaciones y/o maquinaria se puede ir revisando el correcto funcionamiento de estos a fin de prevenir averías y daños futuros, lo cual nos lleva al mantenimiento preventivo. Al igual el de corroborar que los productos terminados se encuentren en óptimas condiciones de operación para que lleguen a su destino final.

Para comenzar con este pilar se tiene que realizar un programa de mantenimiento para las máquinas y equipos de la empresa. Así como también el de mejorar el aspecto visual, ya las instalaciones estaban sucias, las mesas de trabajo estaban rayadas, chicles pegados en piso y bajo las mesas, paredes empolvadas, etc. Es por esto que se consideró oportuno establecer un día especial para limpiar totalmente las instalaciones.

##### **4.3.2.5.1 Día de limpieza general**

Se llevó a cabo una reunión con la Gerencia para reafirmar el concepto de 5'S, determinar el día y los recursos para llevar a cabo la limpieza de la empresa. Los recursos a utilizar fueron: escobas, brochas, rodillos, charolas para pintura, pintura de agua, trapeador, agua, cloro, trapos, personal y tiempo. Se estableció el día de limpieza general y se convocó a todos los operadores de la planta.

En este día se presentaron supervisores y operadores de cinco líneas, los cuales se dividieron en dos equipos. El equipo 1 se encargó de limpiar las áreas de trabajo como muestra la Figura 32.

Figura 32. Limpieza de áreas de trabajo



Fuente: Propia

Por otro lado el equipo 2 se dedicó a preparar la pintura y pintar las paredes y divisiones de los departamentos como muestra la Figura 33.

Figura 33. Pintado de áreas de trabajo



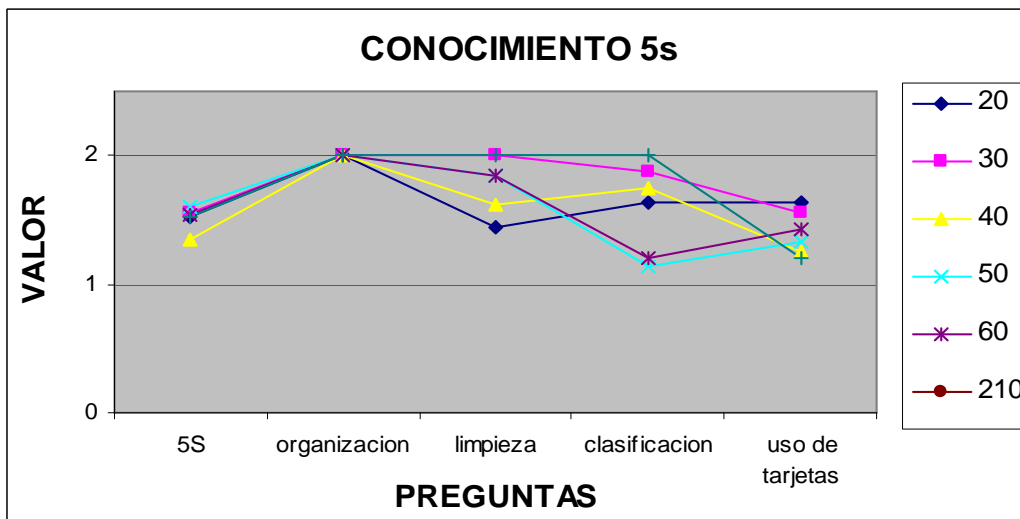
Fuente: Propia

Esta actividad tuvo una buena aceptación, ya que conlleva a mejorar la imagen de las áreas, lo que traería consigo el sentimiento de participación por esta mejora, un mejor ambiente de trabajo, y el confort de trabajar en un área limpia. Se preparó un programa de mantenimiento para las instalaciones a manera de propuesta para después determinar el programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y el equipo (ver Anexo 5).

#### 4.3.2.5.2 Evaluación

En este punto, al terminar de implementar estos 3 pilares en la planta, se optó por realizar un pequeño examen de 5 preguntas abiertas para detectar que tanto conocían los operadores y supervisores sobre el programa y que tan comprometidos hacia este se encontraban (ver Anexo 6). Como muestra la Gráfica 2, en resultados se encontró que la gran mayoría de los operadores tiene conocimiento sobre lo que es 5'S, la importancia de implementarlo en sus áreas de trabajo y el uso de las tarjetas rojas.

Gráfica 2. Resultados de examen 5'S



Fuente: Propia.

#### 4.3.2.6 Cuarta 'S': Mantener

Para darle seguimiento a este programa, se realizó un formato, el cual consiste en un calendario de trabajo, en donde especifica cada supervisor lo que realiza día a día con respecto al programa 5'S y se llevaron a cabo revisiones semanales de las actividades que realizan enfocados a las tres primeras 'S' (ver Anexo 7). Lo que nos lleva a **mantener**, el cuarto pilar de la filosofía de trabajo.

Se consideró conveniente en este punto que los supervisores proporcionaran una capacitación a su personal sobre las 5'S, como lo muestra la Figura 34.

Figura 34. Plática 5´S por parte de supervisores.



Fuente: Propia.

Durante esta plática, ellos de manera sencilla explicaron la funcionalidad de cada pilar, en que consiste, la importancia de la aplicación de éstos dentro de las áreas de trabajo.

Lo interesante en una de estas reuniones fue la explicación de uno de ellos, en donde de manera práctica y sencilla explicó esta temática referente a un refrigerador, en donde dijo que no sería muy sano tener frutas en buen estado con verduras en descomposición, leche descompuesta, una ensalada de días, tortillas, etc. Lo más conveniente era retirar de este refrigerador todo aquello que no era apetecible ni recomendable ingerir y solo deja lo necesario en él y no utilizarlo como un almacén de alimentos que ya no se ingerirán otro día. Así mismo, comentó que una vez retirado de este refrigerador todo aquello innecesario, era conveniente crear un orden, colocar las frutas en un lugar específico, las verduras en otro, la leche, los huevos, etc. Que se viera ordenado. Así mismo, antes de ordenar creyó conveniente limpiarlo y procurar mantenerlo siempre limpio a fin de que vuelva a decaer a ese estado de desorden.

Esta dinámica ayudo a consolidar los pasos hasta ese punto dados. Que los operadores vieran el compromiso que existe de sus líderes y los mandos primarios en la empresa generó una mayor seriedad en cuanto a la importancia de la realización del programa, no solo por un tiempo, sino haciendo de este un estilo de vida.

#### 4.3.2.6.1 Evaluación

Como se había venido haciendo, se realizó una auditoría en la planta. Se reestructuraron dos formatos para analizar el *gemba*. El primer formato fue utilizado para tomar en cuenta los aspectos necesarios para estudiar el desarrollo de las auditorías (ver Anexo 8). El segundo formato se realizó para que, una vez implementado el primero, se analizarán las estaciones de trabajo y hacer una inspección rápida y visual de las 3'S en las estaciones de trabajo (ver Anexo 9). La auditoría se hizo por el comité gestor y los resultados obtenidos de esta auditoría se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de auditoría.

<b>Evaluación del GENBA</b>					
<b>Selección</b>	<b>Orden</b>	<b>Limpieza</b>	<b>Estandarizar</b>	<b>Disciplina</b>	<b>total</b>
78	88	42	28	57	<b>293</b>
75	88	51	34	54	<b>302</b>
81	91	51	31	57	<b>311</b>
78	88	51	34	48	<b>299</b>
84	85	57	28	51	<b>305</b>
66	48	54	34	54	<b>256</b>
60	58	42	19	45	<b>224</b>
75	82	57	28	54	<b>296</b>
66	52	60	28	42	<b>248</b>
<b>663</b>	<b>680</b>	<b>465</b>	<b>264</b>	<b>462</b>	

Fuente: Propia.

En base a los resultados obtenidos se observa es necesario trabajar más con las actitudes de las personas a fin de que se comprometan al 100 % con el programa. Esto se debe a la resistencia que se tiene al cambio, así como a las aptitudes de las personas, porque el cambio debe ser interno para que este pueda ser exteriorizado y poder hacer las mejoras pertinentes para poder lograr los objetivos propuestos. Es necesario educar a las personas para lograr cambios en su actitud.

#### **4.3.2.6.2 Capacitación a nuevos elementos**

Debido a la meta principal de este proyecto en cuanto al desarrollo del Programa 5'S es su seguimiento, se consideró necesario como parte de esta 'S' establecer la metodología para la capacitación de los nuevos operadores a la empresa.

Cuando un operador es contratado recibe por parte del Gerente de Recursos Humanos una inducción sobre las actividades que realiza la empresa y su reglamento interior de trabajo. Se pretende que durante esa inducción el operador sea informado del Programa. Además, por parte del comité gestor se programó una capacitación mensual para los nuevos operarios. También se pidió a los jefes de departamento su cooperación en cuanto a este aspecto, ya que por el momento ellos son los responsables de la completa capacitación del operador.

#### **4.3.2.7 Quinta 'S': Disciplina**

El paso a seguir es dar seguimiento a este programa de manera continua, es un poco difícil de medir debido a que no es tan visible a diferencia de la organización, el orden y la limpieza. Es importante crear autodisciplina a fin de que todos trabajen en equipo. Por ejemplo, el caso de un barco, en donde todos trabajan a ritmos diferentes, con diferentes rumbos en mente, comunicación deficiente, lo que se logrará será pérdida de tiempo, frustraciones, discusiones, malos entendidos y desubicación, por el contrario si se desarrolla una comunicación efectiva entre todos, se conduce al mismo ritmo, se tiene un objetivo en común, se logrará llegar a las metas deseadas.

La disciplina comprende un cambio cultural en las personas, el cual debe ser interno y exteriorizarlo a fin de mejorar. En cuanto a esta etapa del programa en la empresa, se estuvieron obteniendo los resultados deseados, pues las instalaciones se mostraron mas limpias y ordenadas como se pudo observar en las figuras anteriores.

Es necesario para el seguimiento, una continua capacitación y revisión a las áreas. Es muy importante que el compromiso de mejora siga existiendo desde la cabeza de la organización así como también por todos los operadores, el

recurso más importante. Ese compromiso se demostrará viendo al programa 5'S como una herramienta, no como una carga.

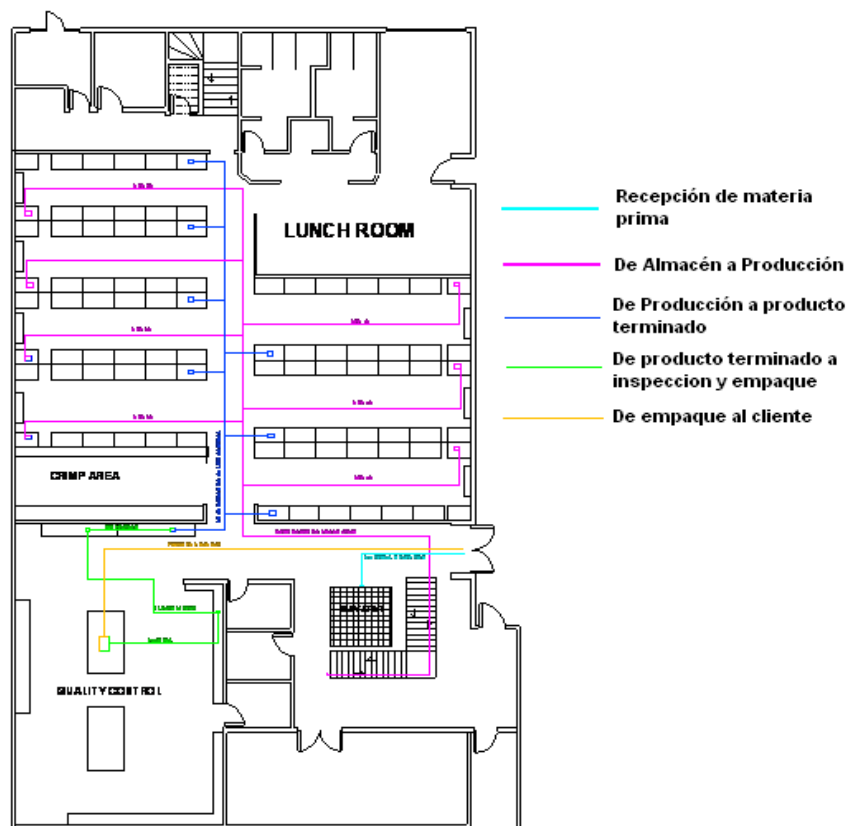
### 4.3.3 Distribución de la planta

Como parte del Programa 5'S y de la mejora esperada para la empresa, se consideró importante contar con un layout de la planta y a partir de eso pensar en cambios convenientes para eficientizar el espacio.

#### 4.3.3.1 Producción

En la Figura 35 se muestra el flujo de material en el área de producción, desde que entra a la misma, es enviado a control de calidad y de ahí a la planta matriz. Para los departamentos de producción es adecuado, sin embargo se consideró que los flujos en almacén y en control de calidad debían de ser modificados para una mejor utilización de los espacios. Estos se estudian en los siguientes subtítulos.

Figura 35. Distribución y flujo de material en el área de producción.



Fuente: Propia.

#### 4.3.3.1.1 Área de arnés

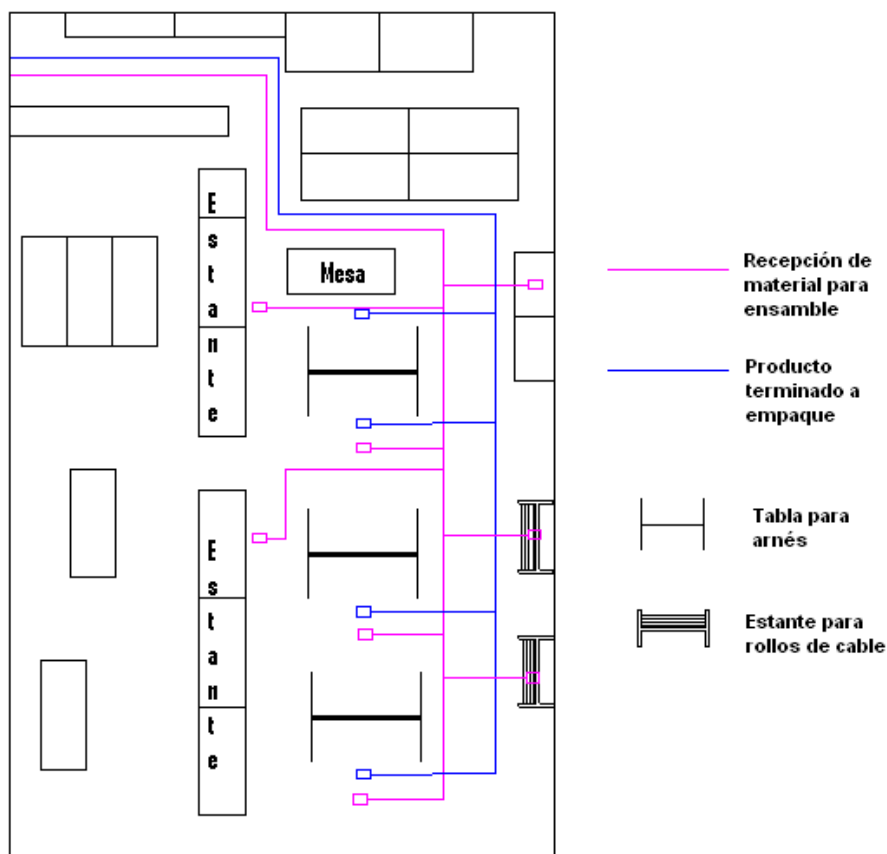
Esta área forma parte del departamento de producción. En ella se lleva a cabo el ensamble de arneses. Un arnés es el conjunto de cables electrónicos agrupados según las especificaciones del cliente.

##### 4.3.3.1.1.1 Situación actual

En la distribución del área de arnés se detectaron problemas con el flujo de material, pues los recorridos son muy largos y discontinuos. Además, los trabajos los realizan de manera arbitraria debido a que no hay un control sobre la forma de trabajo.

También esta distribución no permite la correcta ocupación del espacio disponible, pues existen áreas sin utilizar correctamente ya que en ocasiones sirven de “almacén”, como muestra la Figura 36.

Figura 36. Distribución actual del área de arnés.

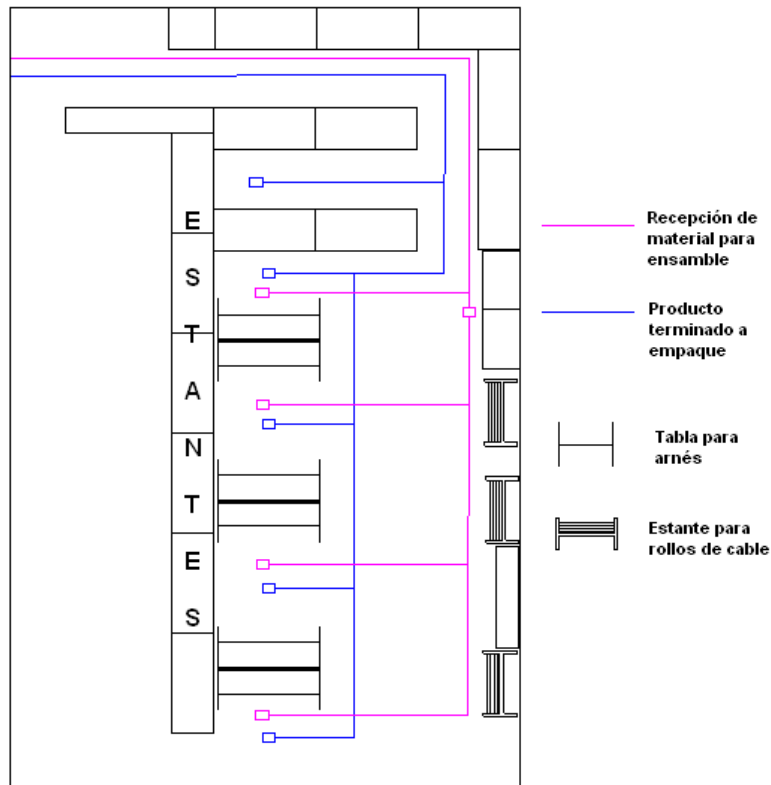


Fuente: Propia.

#### 4.3.3.1.1.2 Situación propuesta

Debido a esta problemática, se propone una nueva distribución, como muestra la Figura 37, considerando el espacio y los recursos disponibles, pues es necesario designar un área para el ensamble de cables en piso.

Figura 37. Distribución propuesta del área de arnés.



Fuente: Propia.

Con esta distribución existe un mejor aprovechamiento del espacio y distribución de las tablas para arneses. También se adapta el área de la pared para colocar mesas de trabajo y de esta forma se proporciona un área más para la elaboración de nuevos ensambles.

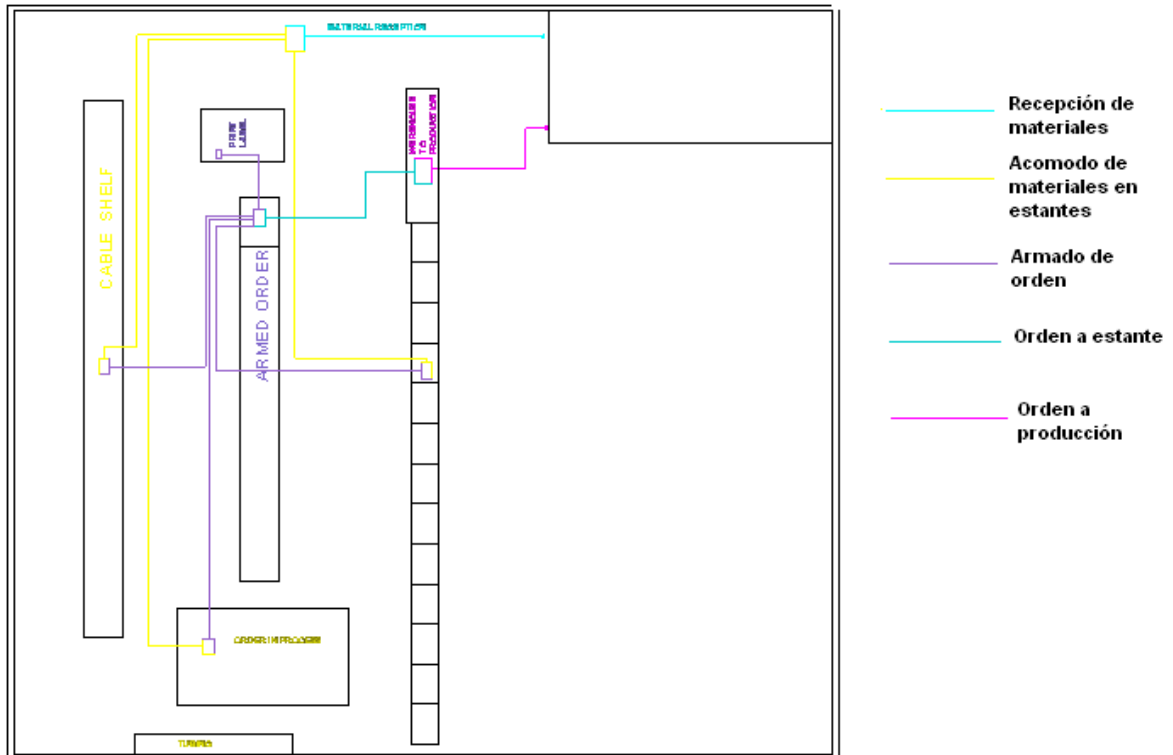
#### 4.3.3.2 Almacén

Este departamento se encuentra situado en el segundo piso de la planta y es el encargado del manejo y disposición de los materiales para los ensambles. En esta área se corta el cable, se arman las órdenes con las terminales requeridas y también se imprimen las etiquetas.

#### 4.3.3.2.1 Situación actual

La Figura 38 muestra la distribución actual del departamento de almacén. Como se puede apreciar, esta no era la adecuada y a que el material se encontraba muy disperso en todo el segundo piso de la nave.

Figura 38. Distribución actual del área de almacén.



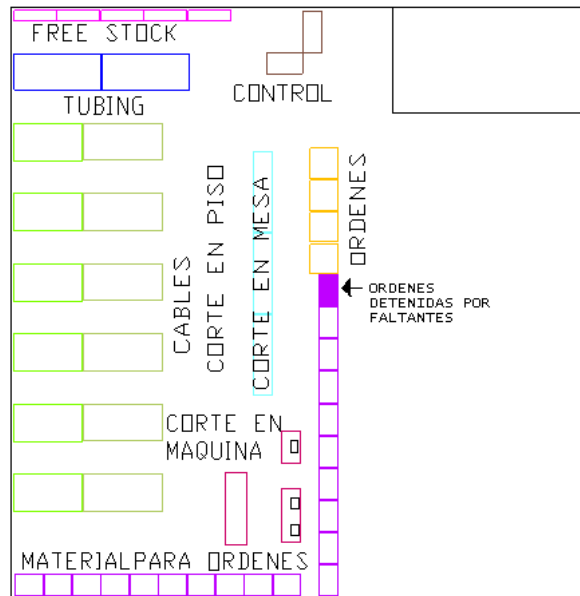
Fuente: Propia.

Esta situación provoca pérdida de tiempo en búsqueda de material ya que no se encuentra ordenado por número de partes, sino por calibres en el caso de los cables y el material como terminales, ferrules, conectores, etc., se hallaba acomodado de manera dispersa sin ningún control.

#### 4.3.3.2.2 Situación propuesta

Debido a la anterior se propone que se distribuya el área de almacén como se muestra en la Figura 39.

Figura 39. Distribución propuesta del área de almacén.



Fuente: Propia.

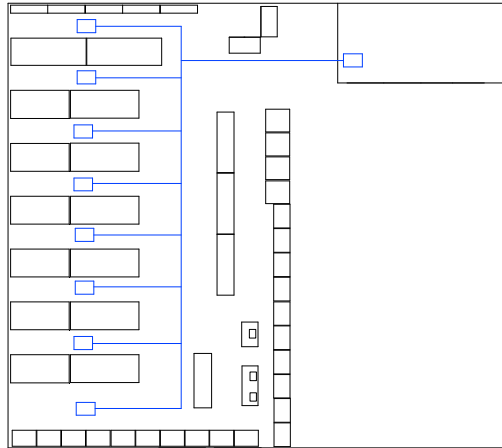
Todo esto se realizó para que se tenga un mejor control de los materiales que entran y salen de este departamento; es decir acomodar el cable, pines, terminales ferrules, conectores, tapas, tubings por número de parte, dejar un área para el scrap y determinar un espacio para las órdenes con falta de etiquetas, las cuales se imprimen en otro departamento.

También fue necesario determinar un lugar, para las órdenes con faltante de material y las órdenes completas para bajar a producción. Asimismo, los cortes del cable se efectúan de 3 maneras: corte piso para cables (mayor a 200"), corte en mesa para cortes (menores a 200"), ambos cortes son para cables de calibres gruesos y el corte en máquina, el cual se realiza para cables de calibre delgado, cables planos y tubing.

De la misma forma se determina un área para el free stock, del cual se debe llevar un control para contar con material de este tipo para materiales que se dañen en línea, así como materiales defectuosos detectados en producción.

Con todo este rediseño, se pretende mejorar también el flujo del material dentro del área, a fin de evitar pérdida de tiempo por búsqueda de material dentro de este, como lo muestra la Figura 40.

Figura 40. Flujo de entrada del material en el área de almacén.

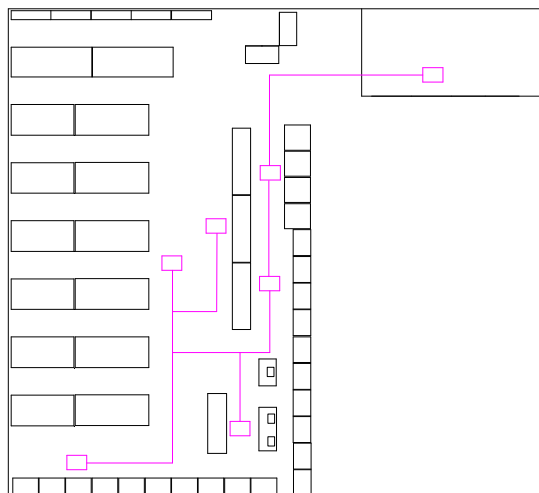


Fuente: Propia.

Aquí se muestra el flujo de entrada del material, como se puede observar, la descarga y acomodo de este. Es mejor de esta manera, debido a que al llegar el material se coloca el pallet en un área y de ahí se distribuye de manera lineal. Esto reducirá tiempo para el acomodo de material.

Por otra parte, como muestra la Figura 41, el flujo de salida de material comienza por seleccionar el material pequeño, como conectores, tapas, terminales, etc. Posteriormente, se tomará el cable a cortar para la orden en cuestión.

Figura 41. Flujo de salida de material en el área de almacén.



Fuente: Propia.

Todo este rediseño fue hecho para mejorar los flujos tanto de entrada como de salida del material a fin de optimizar el tiempo de búsqueda de material, armado de órdenes, mejorar el control de la salida de órdenes de trabajo a fin de evitar el desconocimiento de su ubicación dentro de la empresa. Con estas mejoras las ventajas que se obtienen son:

1. Mejor control de las órdenes (ubicación).
2. Control del material de entrada y de salida.
3. Control de inventario.
4. Se reduce tiempo de búsqueda de material.
5. Optimización de tiempo de armado de órdenes de trabajo.

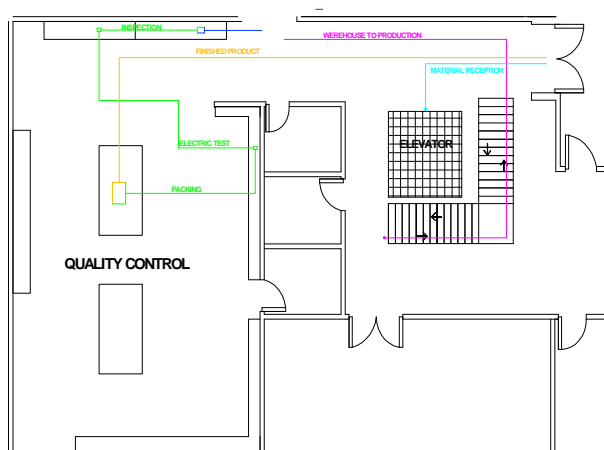
#### 4.3.3.3 Control de calidad

En esta área se recibe las órdenes terminadas para realizarles la prueba eléctrica, la inspección visual y si no se encuentran inconformidades, son empacadas y etiquetadas para su posterior embarque hacia la planta matriz en Estados Unidos.

##### 4.3.3.3.1 Situación Actual

Como se muestra en la Figura 42, el departamento de calidad tenía cruces en el flujo de material y mala utilización del espacio disponible.

Figura 42. Flujo de material en el área de control de calidad.

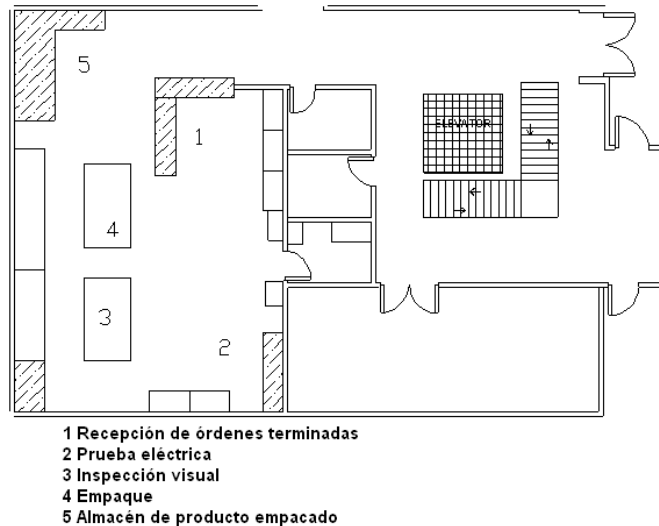


Fuente: Propia.

#### 4.3.3.3.2 Situación Propuesta

En busca de una mejor utilización del área de calidad, así como también un flujo más eficiente de las órdenes terminadas se propone una nueva distribución mostrada en la Figura 43.

Figura 43. Distribución y flujo de material en el área de control de calidad.



Fuente: Propia.

En esta distribución se aprecia que no existe traslape alguno entre el proceso lo cual contribuye a la organización y disciplina dentro de dicha área.

#### 4.4 Línea de ensamble piloto

Para la puesta en marcha de esta línea se consideró un conjunto de cables que presentaran operaciones similares pero no necesariamente el mismo proceso. Este conjunto de ensambles incluye 57 tipos de cables de los cuales 3 de ellos contienen en su proceso un mínimo (de 12 operaciones similares). Uno de estos cables tiene hasta 19 operaciones en su proceso por lo que fue necesario distribuir las operaciones en las estaciones de trabajo para evitar inconvenientes en la producción. Los otros 54 cables pueden tener únicamente 3 o 4 operaciones o pueden requerir trabajo de ensamble en un solo lado del cable.

La forma en que se desea manejar esta línea de producción puede resultar un tanto compleja, ya que debe ser adaptable al tipo de ensamble que se vaya

indicando mediante las órdenes de trabajo que el cliente solicite. La meta es formar una línea de producción flexible, capaz de efectuar distintos procesos con operaciones similares, en donde se distribuirá el trabajo en cada estación de la línea, de forma que se tenga la capacidad de ensamblar diferentes cables.

#### **4.4.1 Recopilación de información**

Para estructurar esta línea de ensamble piloto primeramente fue necesario identificar los tipos de cable que presentan operaciones similares en su proceso<sup>4</sup>. Se identificaron 3 principales conectores entre los cuales se encuentran el 290018-2 (sin placa), el 290155-3 (con placa) y el 290192-2 (conector chico sin placa).

Para obtener el tipo de cables que utilizan estos conectores se utilizó una base de datos en M3<sup>5</sup>.

Primeramente en el sistema M3 para identificar el tipo de ensambles así como los números de dibujo se utilizó el siguiente procedimiento:

1. Sistema M3
2. Archivo Reporte
3. Destino (screen on print)
4. Proceso en (foreground)
5. Nombre del archivo (Parts)
6. Imprimir archivo (# parte, destino)
7. Comparación de archivo y operación (Descripción, Sw)
8. Valor (9 dígitos de dibujo + -)
9. Imprimir F9

Para identificar el material que utilizan algunos números de parte:

1. Sistema M3.
2. Archivo Quote.
3. Número de parte.
4. Pestaña material (misma ventana).

---

<sup>4</sup> Los dibujos de los ensambles, las muestras de la toma de tiempos y algunos otros datos de la que se habla a continuación, son confidenciales para la empresa, por lo que no se encuentran en la redacción de este documento.

<sup>5</sup> Sistema en red utilizado por la empresa matriz y la planta en México para obtener información de los distintos ensambles

Para analizar los procedimientos de los ensambles seleccionados, se obtuvieron los dibujos de la página principal del cliente. Dichos dibujos cuentan con las especificaciones necesarias para la fabricación de cada cable. Para obtener esta información se utilizó el siguiente procedimiento:

1. Página web del cliente (Cliente 1).
2. Archivo Suppliers.
3. Supplier doc. Viewer.
4. Material y número de dibujo.

Una vez que se obtuvo la información sobre los tipos de ensambles que formarán parte de esta línea, se procedió a definir las operaciones involucradas en los procesos para con el estudio de tiempos y establecer los estándares de las operaciones.

En esta base de datos (Ver Anexo 10) se muestran los tipos de ensamble que se incluirán dentro de esta nueva línea. Los círculos azules representan los ensambles que se procesarán por ambos lados del cable mientras que los círculos verdes se ensamblarán únicamente por un lado.

#### **4.4.2 Medición y estándares del trabajo**

“Deming argumentaba que los estándares y las cuotas de trabajo inhiben el mejoramiento del proceso y tienden a enfocar los esfuerzos del operador en la rapidez más que en la calidad” (Chase, Jacobs, Aquilano, 2005:151). A pesar de las críticas la medición y estándares del trabajo han demostrado su efectividad. Cuando el trabajo realmente se reduce al ejecutarlo rápidamente con muy poca creatividad como entregar paquetería, los estándares con una apretada ingeniería y establecidos profesionalmente resultan bastante apropiados.

Hay dos técnicas comunes para medir el trabajo y establecer estándares: el estudio del tiempo y de muestreo del trabajo (Kanawaty, 2002:251). El tipo de trabajo que se realiza en la manufactura de cables electrónicos requiere de un estudio de tiempo ya que los procesos implicados involucran actividades altamente detalladas y repetitivas. Sin embargo, es necesario un muestreo del trabajo que permita determinar el número de observaciones necesarias para establecer un estándar en las operaciones.

#### **4.4.2.1 Estudio de tiempo**

Debido a que no existen líneas de ensambles para la producción de los cables (en ocasiones una orden es realizada por una sola persona), no es posible balancear los procesos, más bien, es necesario tomar los tiempos de las operaciones de este conjunto de cables y formar una línea con distintas estaciones de trabajo procurando eliminar los cuellos de botella.

Para efectuar el estudio de tiempos se utilizó un cronómetro. El trabajo o tarea que se va a estudiar se separa en partes o elementos medibles (en este caso las operaciones de ensamble) y se toma el tiempo de manera individual (García, 1998:8-21).

Después de varias repeticiones se promedian los tiempos recopilados. Los tiempos promediados para cada elemento se suman, lo que da como resultado el tiempo de desempeño para el operador conocido también como tiempo normal.

En la sección de balanceo de líneas se encuentran los datos de los tiempos de cada una de las operaciones involucradas en los procesos, así como los tiempos normal y estándar obtenidos mediante el ya mencionado estudio de tiempos.

#### **4.4.2.2 Muestreo del trabajo**

Entre más observaciones la validez del resultado final será mayor y más confiable, sin embargo, debido al costo de obtener una gran cantidad de observaciones y la mejora marginal en la exactitud se puede utilizar un menor número de observaciones, es decir; mil observaciones son mejores que cien, sin embargo cien representa un número aceptable para el estudio (Kanawaty, 2002:257-260).

Entre la gran cantidad de diferentes distribuciones continuas que se usan en la estadística la más importante es la distribución normal. Su estudio se remonta a investigaciones del siglo XVIII sobre la naturaleza de los errores del cálculo. Se observó que las discrepancias entre cálculos repetidos de la misma cantidad física representaban un grado de regularidad sorprendente; se encontró que su patrón (distribución) se podía aproximar bastante a cierta clase

de curva de la distribución continua conocida como la curva normal de errores y atribuida a las leyes de la probabilidad (Freund, Simon, 1994:217).

Es importante definir el tipo de distribución que se utilizará para manejar los datos de forma adecuada. Cuando “ $n$ ” crece, la distribución binomial se aproxima a la distribución normal. Como los muestreos del trabajo involucran tamaños de muestras grandes, la distribución normal resulta ser una aproximación satisfactoria a la binomial por lo que se considera apropiada para determinar el número de observaciones (Freund, Simon, 1994:217-219).

La distribución normal presenta una aproximación para la distribución binomial cuando  $n$ , el número de intentos es alto y  $p$ , la probabilidad de un éxito en un intento individual, se aproxima a 0.5. Se pueden usar las distribuciones normales con la media  $\mu = np$  y la desviación estándar  $\sigma = \sqrt{[np(1-p)]}$  para obtener una aproximación de las probabilidades binomiales cuando  $n$  no es un número tan alto y  $p$  difiere un poco de 0.5 ya que no es un número tan grande y difiere un poco no son términos muy precisos, presentemos la siguiente regla práctica:

Se considera una práctica acertada el uso de la aproximación normal para la distribución normal sólo cuando  $np$  y  $n(1-p)$  son mayores que 5; simbólicamente cuando  **$np > 5$  y  $n(1-p) > 5$** . En todo el trabajo con las distribuciones se debe centrar sólo en las áreas que se encuentran bajo sus curvas<sup>6</sup> ya que es materialmente imposible pero también innecesario elaborar tablas separadas de áreas de curva normal para todos los pares de valores concebibles para  $\mu$  y  $\sigma$  (Freund, Simon, 1994:219). En la práctica dichas áreas se obtienen a partir de tablas (Ver Anexo 11).

Para determinar el número de observaciones necesarias para establecer los tiempos estándar de las operaciones se determinó el porcentaje de confiabilidad y el error permitido en el estudio (Kanawaty, 2002:261-265).

Debido a que no existe un flujo en los procesos ya estructurados y se pretende formar una línea flexible en la que se puedan ensamblar cables con determinadas operaciones similares no es posible garantizar que todas las estaciones de trabajo tendrán los mismos tiempos de operación. Para formar

---

<sup>6</sup> Conocidas como áreas bajo curva normal

dicha línea de cables modulares se considera además de los tiempos de operaciones, el tipo de trabajo que se efectúa en las distintas estaciones de trabajo y el tipo de cable que se ensamblará. Es por ello que no se manejará un porcentaje de confiabilidad muy alto y por lo tanto se considera un 90% como margen apropiado.

Se utilizará un porcentaje de error considerando que de cada 100 operadores sólo uno de ellos no es el adecuado para realizar las tareas involucradas en este proceso por lo que el porcentaje de error que se manejará para el cálculo del número de observaciones es del 1%.

Para determinar el número de observaciones se utilizará la siguiente fórmula, en base a la distribución normal como ya se mencionó anteriormente. Para determinar el valor de  $p$ , se realizaron 20 observaciones durante 20 días en los cuales en 12 ocasiones se fabricaba este tipo de ensambles modulares. Las 8 restantes el departamento se encontraba fabricando otro tipo de cable. En base a esto se dice que el porcentaje de ocurrencia para este tipo de ensambles es:

$$P = \frac{p}{n}$$

Donde

$P$  = porcentaje de ocurrencia

$p$  = probabilidad de aceptación

$n$  = número de observaciones

Por lo tanto  $P = 40 / 60 = 0.6$

$$n = Z^2 \frac{P(1 - P)}{e^2}$$

Donde

$e$  = error absoluto

$P$  = porcentaje de ocurrencia de la actividad o la demora que se están midiendo

$Z$  = número de desviaciones estándar para dar el nivel de confianza deseado

Entonces

$$e = 2.3$$

$$P = 0.6$$

$$z = 1.645$$

Así que

$$N = 1.645^2 \cdot 0.6 (1 - 0.6) / 0.1^2 = 0.649446 / 0.01 = 64.9446 \text{ observaciones}$$

En base a estos resultados se obtiene un total de 65 observaciones a realizar para el estudio.

#### **4.4.3 Suplementos**

Los suplementos se aplican a tres partes del estudio como lo son el tiempo del ciclo total, tiempo de máquina y tiempo de esfuerzo manual. Los suplementos que se aplican al tiempo de ciclo total y compensan demoras como necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina y son expresados en porcentajes (Niebel y Freivalds, 2004:431).

Los observadores no deben predecir sus observaciones y deben ser realistas con respecto a lo que ocurre en el proceso. Para establecer los tiempos estándar de las operaciones de esta línea de ensamble se consideraron tanto los suplementos constantes como los variables.

##### **4.4.3.1 Suplementos constantes**

- Necesidades personales: Estas incluyen suspensiones del trabajo para mantener el bienestar del empleado como por ejemplo, tomar agua. Aunque no hay bases científicas sólidas para determinar un valor numérico a este tipo de suplementos, Lazarus realizó estudios en 1968 a 235 plantas de 23 industrias, y se encontró que el suplemento varía de 4.6% a 6.5%, por lo que se consideró un valor de 5% para los operadores de la empresa (Niebel y Freivalds, 2004:431).

- Fatiga básica: Representa un valor constante que toma en cuenta la energía consumida para realizar el trabajo y aliviar la monotonía. Un 4% del tiempo normal para un operario se considera apropiado cuando efectúa un trabajo ligero, en posición sentado, en buenas condiciones y sin exigencias especiales

de sus sistemas motrices o sensoriales (Niebel y Freivalds, 2004:434).  
(Ver anexo 12)

#### **4.4.3.2 Suplementos por fatiga variable**

Estos suplementos se relacionan estrechamente con las necesidades personales. Sus razones son estrictamente físicas, psicológicas y combinaciones de ambas es por ello que pueden influir mucho en unas personas o poco o nada en otras (Niebel y Freivalds, 2004:434).

La oficina Internacional del trabajo en EUA (International Labour Office-ILO, 1957) cuenta con valores tabulados para diversas condiciones de trabajo para obtener los factores de suplemento adecuados (Niebel y Freivalds, 2004:437).  
(Ver anexo 12)

En la industria de manufactura de cables, los operadores suelen estar sentados al momento de realizar sus tareas. Por lo que el 5% de necesidades personales y el 4% de fatiga básica se consideran aplicables a este tipo de trabajo. Para asignar los suplementos variables, se utilizarán las cifras recomendadas por ILO (Ver Anexo 12). Los factores que se tomarán en cuenta, se describen a continuación:

##### **1. Suplemento por posición anormal**

El trabajo que realizan los operarios es en posición sentado. Debido a que las sillas pueden estar un tanto incómodas, se asigna el factor por posición un poco incómoda. Sin embargo, esto no implica un valor extra para el suplemento total ya que el valor asignado para este aspecto es de cero (Niebel y Freivalds, 2004:437).

##### **2. Atención requerida**

Este factor es muy importante para la manufactura de este tipo de ensambles ya que las partes que se utilizan dentro del proceso son pequeñas y se requiere de mucha atención. Por considerarse como trabajo muy fino y muy preciso resultó conveniente asignar un 5% de suplemento por atención requerida (Niebel y Freivalds, 2004:437).

##### **3. Estrés mental**

El estrés mental es muy difícil de medir para muchos tipos de tarea. Entonces, la guía de ILO (1957) justifica decrementos en el desempeño por tensión

mental durante una hora, pero son inadecuados para periodos más largos y es posible que deban modificarse. Este trabajo de ensamble lleva distintas partes que por lo general suelen ser muy pequeñas y debe hacerse con sumo cuidado para no dañar los componentes. Debido a esto el trabajo de los operarios se considera como un proceso bastante complejo y adquiere un valor de 1%.

#### 4. Tedio

Los procesos para la manufactura de cable suelen ser continuos y muy minuciosos, además, algunas de las operaciones pueden ser similares entre distintos componentes por lo que el trabajo puede ser tedioso. Es por ello que el suplemento asignado por este factor es de 2% (Niebel y Freivalds, 2004:437). Se puede decir entonces, como se muestra en la Tabla 5, que en base a las condiciones antes mencionadas, se asigna un valor de suplemento total de 17%.

Tabla 5. Suplementos.

SUPLEMENTOS	%
Fatiga personal	5%
Fatiga básica	4%
Posición un poco incómoda	0%
Trabajo muy fino y muy preciso	5%
Proceso bastante complejo	1%
Tedio	2%
TOTAL	17% $\approx$ 0.17

Fuente: Propia.

#### 4.4.4 Balanceo de líneas

El propósito del balanceo de la línea de ensamble es dar a cada operador lo que más se acerque a una misma cantidad de trabajo. Este balanceo sólo se consigue dividiendo el trabajo en las tareas que necesitan ejecutarse y reuniéndolas en un sistema de operaciones con una duración de tiempo similar (Niebel y Freivalds, 2004:56).

Siempre habrá una estación o una celda que tenga más trabajo que las otras; entonces se define como al estación de carga de 100%, es decir, la estación del cuello de botella, que es la que limita el flujo de producción. En este caso la tasa de producción depende del operario más lento y la estación que limitará el

flujo de la línea dependerá del tipo de ensamble ya que existen unos más sencillos y con menos operaciones que otros. El enfoque que se busca con este balanceo es que sea flexible y que los operarios de las 10 estaciones se mantengan ocupados.

Como ya se ha mencionado, en la planta se trabaja por departamentos y el tipo de cables varía de acuerdo a órdenes de trabajo. Es por ello que no es posible efectuar una toma de tiempos en una línea de ensamble fija más bien fue necesario rastrear las órdenes que contenían los cables y conectores modulares seleccionados.

Debido a la rotación de personal, no siempre fue posible obtener tiempos de operadores calificados por lo que en ocasiones eran más lentos que el tiempo que bien podría haberse considerado como normal. Una vez obtenidos los tiempos de cada uno de los elementos (operaciones) se calcula el promedio lo que da como resultado el tiempo de desempeño del operador.

Para hacer que todos los operadores puedan utilizar el tiempo del operador se incluye el índice de desempeño o medida de rapidez para normalizar el trabajo. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, los operadores a los cuales se les efectuó la toma de tiempos por lo regular trabajan a una velocidad menor a la estándar por lo que no se aplica este índice de rapidez en el tiempo normal.

$$TN = \textit{Tiempo de desempeño observado por unidad} * \textit{índice de desempeño}$$

Para obtener el tiempo estándar se suma el tiempo normal y las tolerancias en relación a los suplementos constantes y variables de acuerdo al tipo de trabajo.

$$TE = \textit{tiempo normal} + (\textit{suplementos} * \textit{tiempo normal})$$

El balanceo de líneas se efectuó tomando en cuenta el tipo de operaciones que se deberán realizar en cada estación de trabajo ya que como la estructura representa un proceso de manufactura flexible con distintos ensambles, se pretende que los operadores se mantengan en sus estaciones y tengan la

capacidad y las herramientas necesarias para realizar el trabajo correspondiente a los diversos cables de acuerdo a la demanda del cliente. (Ver Anexo 13)

Se formaron 10 estaciones de trabajo para esta línea de manufactura, y se consideraron 3 tipos de cable en representación a los más de 50 ensambles que se producirán en dicha línea. Esto es porque se manejan 3 tipos de conectores los cuales establecen el tipo de proceso que se utilizará ya que si el conector lleva placa metálica (N/P 90155-2) se llevan a cabo operaciones de soldadura, en cambio, los conectores sin placa (N/P290018-2 y N/P 290192-2) utilizan en su proceso operaciones básicas como crimpeo e instalación de etiquetas.

Así mismo se consideró el tipo de operaciones que cada uno de los ensambles requerían dentro de su proceso, es por eso que se distribuyeron en las distintas estaciones de trabajo de forma que los operadores no tengan la necesidad moverse conforme el tipo de ensamble cambia durante la jornada laboral. En la Tabla 6 se muestra la distribución de las operaciones en las 8 estaciones de trabajo considerando la diversidad de ensambles a fabricar.

Tabla 6. Distribución de operaciones.

ESTACION	OPERACIONES
1	A, B, C
2	C, D, E
3	C, E, F, G
4	E, F, G
5	F, H, I, J, K
6	H, I, L
7	I, J, K, L
8	J, K, L, M, O
9	N, O, Q
10	O, Q, R

Fuente: Propia.

Es importante mencionar que de acuerdo al cable que se esté produciendo se llevarán a cabo las operaciones correspondientes al ensamble. Por ejemplo, uno de los ensambles con número de dibujo 683-019930-XXX en la operación E se requerirá de los operadores en las estaciones 2 y 3. En este caso cuando es

la misma operación a realizar por dos distintas personas, cada uno realizará el trabajo en un solo lado del cable. Esto es para facilitar el flujo del producto en la línea y evitar que se acumulen cables durante el proceso.

Una vez que se han establecido los tiempos estándar por cada una de las operaciones, se calcula el estándar por cada ciclo, es decir; el tiempo de ciclo por cada tipo de cable de acuerdo al conector que utiliza. En base a estos resultados y considerando los 10 operadores que se requerirán para producir estos ensambles se calcula el tiempo en minutos necesario para producir un sólo cable.

Para determinar la producción diaria aproximada de estos ensambles se considera el tiempo requerido por unidad y las horas consideradas en una jornada laboral de 9 horas por día. Los resultados se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Capacidad de producción.

	ESTANDAR DE CICLO (Min)	TIEMPO POR CABLE (Min)	PRODUCCION DIARIA (No. Cables)
Ensamble 833-016952-XXX	26.2503	2.6250	205.7118
Ensamble 833-800999-XXX	17.2682	1.7268	312.7129
Ensamble 683-019930-XXX	12.0298	1.2030	448.8856

Fuente: Propia.

La eficiencia de esta línea se puede calcular como la razón de los minutos estándar reales totales entre los minutos estándar permitidos totales, es decir:

$$E = (\sum ME / \sum MP) * 100$$

Los resultados respecto a los tres principales ensambles se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Eficiencia.

<b>EFICIENCIA</b>			
Ensamble	833-016952-XXX	833-800999-XXX	683-019930-XXX
ME =Min. estándar por operación	26.2503	17.2682	12.0298
MP =Min. estándar permitidos por operación	34.4290	26.9830	17.6010
$E = (\sum ME / \sum MP) * 100 =$	76.24477219	63.99671621	68.34720541

Fuente: Propia.

Como se puede apreciar, se maneja un promedio de eficiencia para los cables modulares de 70% aproximadamente. Es posible incrementar el porcentaje de eficiencia modificando algunos elementos como el número de operadores en algunos procesos, por ejemplo, el ensamble 683-019930-XXX alcanzaría una eficiencia del 90% al reducir a 8 el número de operadores, sin embargo, se pretende que la línea sea flexible, capaz de efectuar cualquiera de los ensambles programados en esta línea por lo que el disminuir 2 operadores perjudicaría o desequilibraría otros procesos. Esto mismo puede verse en aquellos cables que requieren de los 10 operadores para su buen funcionamiento y en los cuales al reducir la fuerza de trabajo a 8 personas, causaría problemas en el proceso.

La eficiencia de 70% que se maneja en esta línea se ve afectada por la estación de trabajo más lenta, por lo que una alternativa adecuada para incrementarla una vez puesta en marcha radicaría en el estudio de movimientos con la finalidad de reducir o eliminar al máximo las operaciones innecesarias en aquellas estaciones que causan ciertos retrasos en el proceso. El desarrollo de ésta técnica se implementará mediante una mejora continua ya que se pretende extender a toda el área de producción y no sólo a unos cuantos departamentos.

Actualmente la empresa se encuentra en proceso de mejora por lo que una vez que la línea de ensamble de cables modulares inicie operaciones se pretende poner en marcha este sistema, como se observa en la Figura 44.

Figura 44. Estructura de línea de ensamble.



Fuente: Propia.

La figura 45 muestra el avance relacionado con la estructuración de esta nueva línea de ensamble piloto.

Figura 45. Línea de ensamble piloto.



Fuente: Propia.

#### 4.4.5 Sistema kanban

El Kanban es un sistema de control de la producción que emplea un aparato de señales para regular los flujos del material y significa señal o tarjeta de instrucciones. Es un sistema de control sin papeleo y se pueden utilizar contenedores en lugar de tarjetas (Chase, Jacobs, Aquilano, 2004:481).

Las tarjetas no son la única forma para señalar los requerimientos para producir una parte. En el caso de la empresa, considerando el tipo de proceso en los ensambles y la variación en el tipo de materiales a utilizar en el área de producción, se han considerado apropiadas otras alternativas como lo son los

cuadros Kanban y el sistema de contenedores, ambos con la finalidad de garantizar las cantidades necesarias para producir las partes requeridas.

#### **4.4.5.1 Cuadros kanban**

Consiste enmarcar los espacios en el suelo o sobre un mesa para señalar donde se debe almacenar el material. Cuando el cuadro está vacío se autorizan las operaciones para entregar suministros para la producción; por lo que un cuadro lleno significa que no se necesitan partes (Chase, Jacobs, Aquilano, 2004:482).

#### **4.4.5.2 Sistema de contenedores**

En ocasiones el contenedor mismo sirve como señal. En este caso un contenedor vacío en el piso de la fábrica normalmente se identifica mediante un aviso visible y significa que se debe volver a llevar. La cantidad de inventario se ajusta con sólo añadir o quitar contenedores (Chase, Jacobs, Aquilano, 2004:482).

El método de Jalar de Kanban puede ser empleado no sólo en el interior de una fábrica, sino también entre varias de éstas, entre los fabricantes y los proveedores externos.

Es importante mencionar que el sistema de Kanban no produce un inventario de cero, más bien, controla la cantidad de material que está en proceso en un momento dado; es decir, la cantidad de contenedores de cada elemento. Es posible adaptar éste sistema a la forma en que se esté operando. La implementación de este sistema comenzará de forma conjunta con la línea de cables modulares la cual funcionará mediante tarjetas Kanban, contenedores y espacios marcados en las mesas.

La Figura 46 ilustra la etiqueta que se utilizará en los contenedores para el manejo de materiales para abastecer la línea de producción. La tarjeta presenta la información necesaria para que el material sea puesto en la cantidad requerida y en la localización correcta.

Figura 46. Etiqueta Kanban para material de producción.

Tarjeta Kanban	
Material de ensamble	
No. de parte	462532
Cantidad	200
Departamento	40
Estación	3
Contenedor	C1



Fuente: Propia.

Normalmente para poder fabricar los cables, se utilizan los llamados travelers, que tienen la finalidad de definir el procedimiento a seguir para su ensamble así como parámetros para el control de la calidad. Sin embargo, serán sustituidos por las nuevas tarjetas Kanban.

Para simplificar el proceso se diseñaron en el departamento de procesos las tarjetas de producción que contienen información indispensable respecto al ensamble. El procedimiento de fabricación no se incluye en esta tarjeta ya que se pretende utilizar un sistema computarizado aún no definido, en donde los operadores puedan acceder a las ayudas visuales mediante un código de barras correspondiente al ensamble impreso en dicha tarjeta como se muestra en la Figura 47.

Figura 47. Tarjeta Kanban de ensamble

ORDEN DE ENSAMBLE		DEPT.
No. de orden de trabajo _____	Número de orden _____	
 125485548328 8	 656693219696 9	
Fecha de inicio _____	Duración	
Nº Cliente _____	Inicio _____ Fin _____	
Rev. _____		
Cantidad _____		
P.O. _____		
Fecha de término _____		
CONTROL DE TRABAJO		
1 _____	6 _____	11 _____
2 _____	7 _____	12 _____
3 _____	8 _____	13 _____
4 _____	9 _____	14 _____
5 _____	10 _____	15 _____
CONTROL DE CALIDAD		
PRUEBA ELECTRICA	INSPECCION	EMPAQUE
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Propia.

Este ensamble representa el material de trabajo para control de calidad por lo que desempeña funciones similares a la tarjeta de Kanban de material mostrada anteriormente.

Estas tarjetas pueden desempeñar la misma función que las etiquetas de Kanban para materiales de producción mencionadas anteriormente ya que en algunas ocasiones se utilizan para la producción de subensambles los cuales servirán como material de trabajo en otras líneas.

En la Figura 48 se muestra el formato que se utilizará en estos casos. Como se puede apreciar, existen ligeras diferencias entre la tarjeta de un ensamble y la tarjeta de un subensamble como el color del marco (el cual tiene la función de diferenciar los ensambles de los subensambles) y algunos datos como el código de barras. Esto es debido a que se pretende utilizar únicamente la información necesaria.

Figura 48. Tarjeta Kanban de subensamble.

ORDEN DE SUBENSAMBLE		DEPT.
No. de orden de trabajo	Número de orden	
	 5 5 0 8 9 3 2 1 5 0 8 6 9	
Fecha de inicio	Duración	
NP Cliente	Inicio	Fin
Rev.		
Cantidad		
PO		
Fecha de término		
<b>CONTROL DE TRABAJO</b>		
1. _____	6. _____	11. _____
2. _____	7. _____	12. _____
3. _____	8. _____	13. _____
4. _____	9. _____	14. _____
5. _____	10. _____	15. _____
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		
PRUEBA ELECTRICA	INSPECCION	ENMAR A
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Dept. 10

Fuente: Propia.

#### 4.4.5.3 Procedimiento de aplicación

El funcionamiento de este sistema es sencillo. Los contenedores localizados en cada estación de trabajo tendrán etiquetas de Kanban que permitirán ser identificarlos. Cuando el material de uno de ellos se agota, el operador bajará el

recipiente lleno a la mesa de trabajo y colocará el que se ha terminado en un lugar asignado para ello en la estación.

El departamento de almacén se encargará de abastecer este material cada mañana por lo que hará los recorridos necesarios y se llevará de las estaciones de trabajo los contenedores vacíos para llenarlos del material que corresponde según lo indicado en las etiquetas. Una vez hecho esto, las colocará en sus respectivos lugares de acuerdo al departamento, estación de trabajo y posición en el estante.

El tamaño de Kanban, es decir, la cantidad de material que se dispondrá en cada recipiente dependerá de la demanda del producto por lo que las etiquetas de material de cada uno de los contenedores deberán ser modificadas a este respecto. La Tabla 9 muestra las cantidades iniciales necesarias.

Tabla 9. Inventario inicial para kanban necesario en almacén.

<b>INVENTARIO INICIAL PARA LA LINEA DE ENSAMBLE</b>						
# PARTE	CANTIDAD POR PAQUETE	CANTIDAD DE KANBAN	INV. MIN.	INV. MAX.	ICANTIDAD INICIAL DE INVENTARIO	COSTO MAXIMO (DlIs)
591403	100'	100' X 2	100'	200'	400'	280.00
570012	250'	250' X 2	250'	500'	1000'	50.00
591195-2	250'	250' X 2	250'	500'	1000'	200.00
591192-2	250'	250' X 2	250'	500'	1000'	200.00
591236-2	1000'	1000' X 2	1000'	2000'	4000'	720.00
591375	500'	500' X 2	500'	1000'	2000'	250.00
591194	1000'	1000' X 2	7000'	16000'	18000'	2680.00
591373-2	1000'	1000' X 2	4000'	10000'	12000'	1530.00
591194-2	1000'	2000' X 2	13000'	29000'	33000'	11600.00
592304	500'	500' X 2	500'	1000'	2000'	250.00
290018-2	100	100 X 2	1100	2400	2600	1100.00
290155-2	100	200 X 2	3600	7600	8000	2160.00
290192-2	100	100 X 2	100	200	400	80.00
350010-3	500	500 X 2	500	1000	2000	160.00
440681-3	500	500 X 2	500	1000	2000	6400.00
636754	500'	500' X 2	500'	1000'	2000'	60.00
401406	100'	100' X 2	100'	200'	400'	70.00

Fuente: Propia.

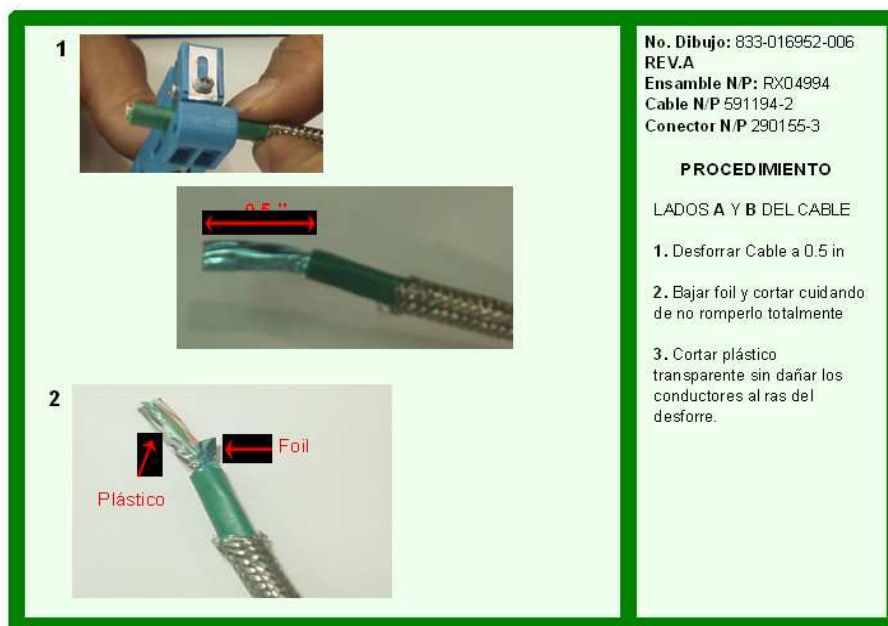
#### 4.4.6 Ayudas visuales

Debido a que se pretende simplificar los procesos, se iniciará con la aplicación del sistema Kanban. Esto implica que algunos métodos de trabajo como la utilización de los travelers, los cuales dejarán de funcionar al ser sustituidos por tarjetas Kanban y ayudas visuales sencillas y claras.

Para el diseño de ayudas visuales, se utilizará de un método computarizado aún no definido, en el cual se escaneará el código de barras de las tarjetas Kanban en proceso y la ayuda visual correspondiente a dicho ensamble aparecerá en la pantalla de acuerdo a la operación que corresponde a la estación de trabajo en la que se encuentra el operador.

Para la estructuración de las ayudas visuales, se tomó en cuenta la información más importante, es decir, aquellos datos indispensables para efectuar las operaciones de ensamble como lo son, medidas de corte, medidas de desforre, posición de los conductores de los cables, forma de crimpeo, características a inspeccionar, forma de empaque, datos del tipo de ensamble y herramienta a utilizar, entre otros y se utilizaron fotografías de procesos reales. La Figura 49 muestra el ejemplo de lo que serán las ayudas visuales

Figura 49. Ayuda visual



Fuente: Propia

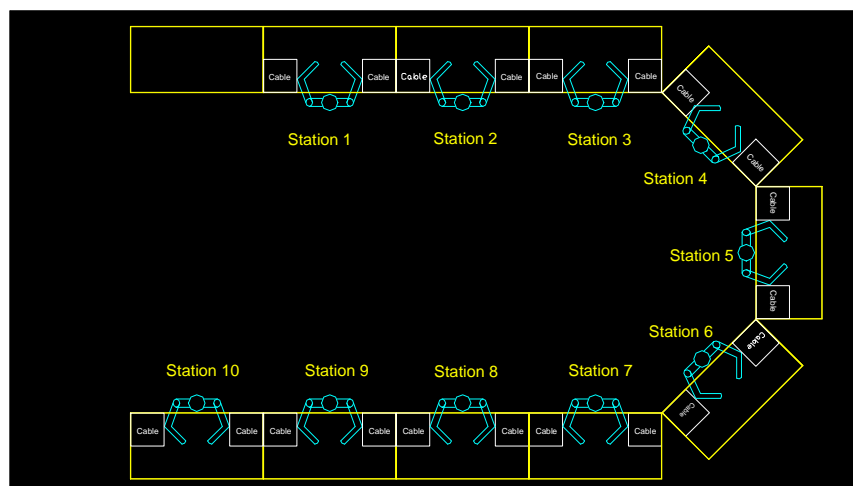
La estructura de estas ayudas visuales considera cada uno de los ensambles. Los números de dibujo únicamente indican el procedimiento a seguir para cada tipo de cable, sin embargo, dentro de estos tipos de cable, se identifican una gran variedad de números de parte. El número de parte del ensamble, indica detalles como la medida del cable los cuales deben considerarse al momento de realizar las ayudas visuales. Es por eso que no se limitará a desarrollar únicamente los más de 50 dibujos seleccionados para esta línea, es decir se efectuará con los más de 500 números de parte existentes.

#### 4.4.7 Diseño y distribución de estaciones de trabajo

La distribución de las estaciones de trabajo se realizó en base al proceso procurando el flujo continuo sin traslape en las operaciones. Así mismo un flujo en U permite optimizar el espacio disponible y una mejor organización en los procesos lo que contribuye a la participación conjunta con el programa 5'S. (Chase, Jacobs, Aquilano, 2004:219).

Se utilizó la alternativa de cuadros Kanban mencionada anteriormente. Cuando uno de estos cuadros se encuentra vacío significa que se requiere de un cable para que el siguiente operador pueda realizar sus funciones. En la Figura 50 se muestra la estructura de la línea de ensamble con los cuadros de material en las mesas.

Figura 50. Línea de ensamble con cuadros Kanban.

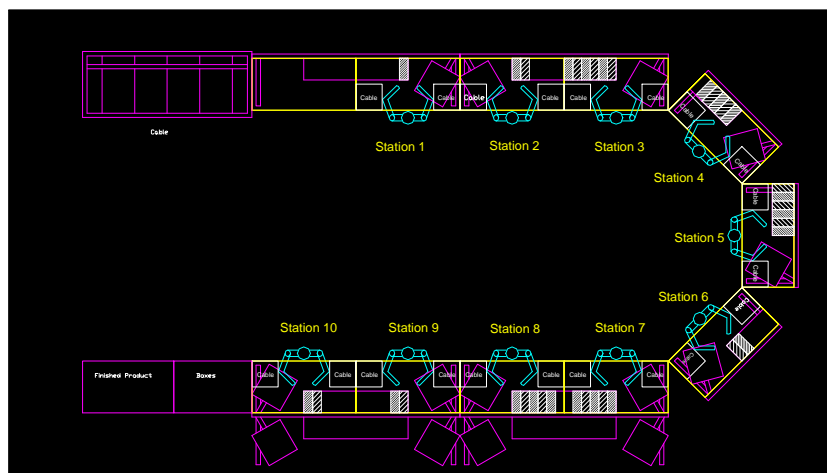


Fuente: Propia.

Respecto al material que se utilizará para los ensambles, este se colocará en vitrinas a la altura de los ojos del operador y de forma visible para el encargado

de abastecer los contenedores de Kanban. La distribución de la línea de ensamble considerando los estantes de los contenedores y los monitores de las ayudas visuales, como muestra la Figura 51.

Figura 51. Diseño de línea de ensamble.



Fuente: Propia.

Como se puede apreciar en las figuras el proceso presenta un flujo continuo en U, y cada operador cuenta con un monitor (estante color violeta), dos cuadros Kanban a sus costados (cuadros blancos) y los contenedores para el material al frente para facilitar la visión tanto al operador como al almacenista responsable de llenar los recipientes.

La herramienta de trabajo se dispondrá en cada una de las estaciones al frente de su área de trabajo y se colocará en unas tablas que se encontrarán unidas verticalmente a las estructuras de las mamparas bajo las repisas de los contenedores de material que se colocarán de forma horizontal. Esto contribuiría a optimizar el espacio en la zona de trabajo del operador.

El desarrollo de este sistema pretende ampliarse a toda la producción, esto indica que se deberá seleccionar más familias de cables con procedimientos similares para acoplarlas a un solo procedimiento. Esto implica un proceso de mejora continua lo que hace notar el interés de los mandos superiores de la empresa por impulsar el desarrollo y el crecimiento.

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al inicio del proyecto, durante el segundo trimestre del año 2010, en la empresa contaba con una eficiencia de 43.9%. En la Tabla 10 se muestra los resultados obtenidos en lo que va del año con relación a la eficiencia global.

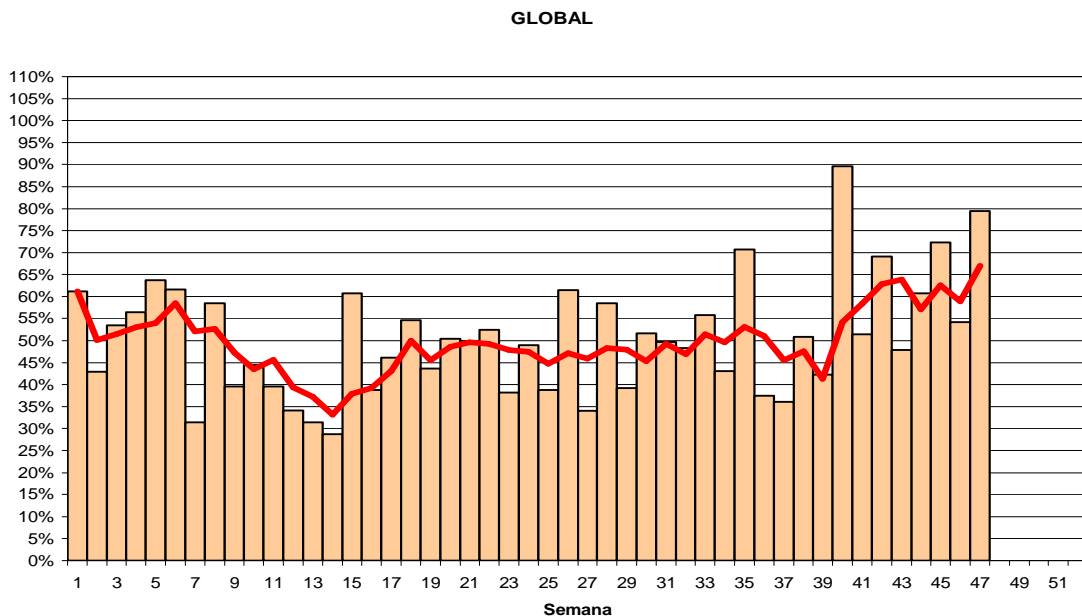
Tabla 10. Análisis de eficiencia

Semana	Horas terminadas	Trabajo en horas	% Efic. semanal	% Efic. Global
1	940	1537	61.16%	61%
2	1010	2354	42.91%	50%
3	1476	2763	53.42%	51%
4	1627	2880	56.49%	53%
5	1360	2135	63.70%	54%
6	1599	2594	61.64%	58%
7	951	3021	31.48%	52%
8	1733	2963	58.49%	53%
9	1190	3009	39.55%	47%
10	1416	3186	44.44%	43%
11	1051	2656	39.57%	46%
12	1129	3311	34.10%	39%
13	1031	3278	31.45%	37%
14	920	3200	28.75%	33%
15	1680	2767	60.72%	38%
16	1029	2657	38.73%	39%
17	1200	2602	46.12%	43%
18	1257	2303	54.58%	50%
19	1067	2442	43.69%	46%
20	1305	2586	50.46%	49%
21	1511	3027	49.92%	50%
22	1397	2661	52.50%	49%
23	1006	2636	38.16%	48%
24	1273	2601	48.94%	47%
25	945	2439	38.75%	45%
26	1661	2699	61.54%	47%
27	920	2703	34.04%	46%
28	1476	2525	58.46%	48%
29	1146	2925	39.18%	48%
30	1214	2352	51.62%	45%
31	1423	2864	49.69%	49%
32	1380	2857	48.30%	47%
33	1696	3041	55.77%	51%
34	1011	2349	43.04%	50%
35	1202	1700	70.71%	53%
36	780	2083	37.45%	51%
37	778	2160	36.02%	45%
38	966	1901	50.82%	48%
39	761	1800	42.28%	41%
40	1701	1899	89.57%	54%
41	1140	2220	51.35%	58%
42	1324	1915	69.14%	63%
43	922	1927	47.85%	64%
44	1184	1950	60.72%	57%
45	1589	2001	79.41%	63%
46	991	1828	54.21%	59%
47	1589	2001	79.41%	67%

Fuente: Propia.

Se presentaron algunos cambios en la organización. Por ejemplo, almacén se vio en la necesidad de acoplarse a un nuevo encargado lo cual provocó un retraso en la producción. Este cambio afectó el flujo de trabajo en producción, ya que algunas veces las órdenes no estaban listas en el momento de que se requerían para trabajar, lo que se ve reflejado en las semanas 37 a 39 de la gráfica de eficiencia global donde las barras de color anaranjado representan los porcentajes de la eficiencia semanal, como se muestra en la Gráfica 3. La línea de color rojo es la eficiencia global calculada en base al promedio de la eficiencia de todos los departamentos.

Gráfica 3. Eficiencia global



Fuente: Propia.

Al planear la producción mediante la técnica de programación de órdenes citada anteriormente, se han observado grandes cambios en la forma de trabajar en los distintos departamentos de producción.

El porcentaje de órdenes enviadas a tiempo a tenido una significativa alza, ya que el monitoreo del trabajo ha permitido estar al tanto de la carga de trabajo para cada departamento y conocer los días que tardarán en terminar las órdenes para cierta fecha. Contar con esta información, ayuda a facilitar la

reasignación de órdenes en caso de algún retraso en órdenes en fecha en determinado departamento.

Esta planeación contribuye a controlar el estado de las órdenes, ya que permite a cualquier operador en almacén, producción, calidad y la gerencia, obtener distinta información sobre las órdenes como su ubicación en la planta (almacén, calidad o producción), el día en que deben trabajarse y por quién, fechas de envío, número de piezas y número de parte.

Anteriormente los estantes de los distintos departamentos eran saturados con numerosa cantidad de órdenes de acuerdo a la disposición que almacén tenía para producción. Tener un control adecuado en el volumen de inventarios mediante el sistema JIT ha permitido conservar independencia en las operaciones ya que se facilita la flexibilidad en el trabajo. Así mismo, al controlar la cantidad de inventarios es posible afrontar las variaciones en la demanda ya que se produce lo que se requiere en el momento que se necesita, lo cual ha repercutido en buena manera a programar la producción de forma que se pueda cumplir con la demanda. La anterior forma de trabajar de la empresa se ha ido eliminando paulatinamente y sustituyendo por técnicas más eficientes como las mencionadas anteriormente.

El traslape de herramientas ha venido a ser un gran problema para producción ya que cada vez más, se reciben distintos tipos de ensambles para diferentes departamentos, que utilizan la misma pinza o aplicador. Al momento de realizar la planeación del trabajo para cada semana y departamento, se agruparon las órdenes que utilizan la misma herramienta y se distribuyeron de forma que no tengan la necesidad de utilizar alguna herramienta en dos o más departamentos a la vez. De esta manera, los problemas con el traslape de herramienta se verán eliminados siempre y cuando se siga la programación. En consecuencia la pérdida de tiempo de espera por una herramienta se ha disminuido en al menos un 5% ya que todos los supervisores procuraron apegarse al plan de trabajo, sin embargo, en ocasiones debido a materiales faltantes y órdenes con prioridad se presentaron algunos desequilibrios en la planeación y a su vez, en la asignación de herramienta. El propósito es que este problema sea eliminado por completo, por lo que se le está dando

seguimiento a la aplicación de la metodología desarrollada para la planeación de la producción en cada departamento.

Con respecto al programa 5'S debido a la constante rotación de personal ha sido difícil obtener los resultados inmediatos deseados. Se sabe que implementar el programa es cuestión de tiempo, es decir, será gradualmente. Por lo cual es necesario un seguimiento continuo para que el programa este bien afianzado en la empresa y no dejarlo en segundo plano.

Dentro del área de almacén, falta mejorar el control de la ubicación de los materiales dentro de la planta, así como el control de inventario de materiales para stock. Lo cual ya está siendo analizado por una persona asignada para ello en el área de almacén.

En lo que respecta a la línea de ensamble, se ha estructurado de forma que se han considerado cada uno de los factores que forman parte de un sistema de producción en línea. Se espera que cuando se ponga en marcha se logren los objetivos propuestos para esta.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El poner en marcha este trabajo de investigación dentro de la empresa, fue el inicio de los planes de ingeniería industrial, de los cuales anteriormente se carecía por completo. Además, se dio pie a la creación de una cultura de mejora continua tanto para los directivos, como para todos los empleados. En este apartado se plasman en las conclusiones y recomendaciones.

### 6.1 Conclusiones

Tanto el objetivo general, los objetivos específicos así como la hipótesis y la pregunta de investigación se lograron; es decir, el aplicar las técnicas relacionadas con los métodos, estándares y diseño del trabajo en esta empresa de ensambles electrónicos consiguió incrementar la eficiencia en un 5% durante el lapso de tiempo que duró esta investigación. Y esto fue logrado al poner en marcha los planes establecidos, una vez identificados y analizados los factores que provocaban los decrementos en la eficiencia.

Se mejoró la distribución de la carga de trabajo mediante un plan de producción; este plan permitió llevar un mejor control sobre las órdenes de ensamble. Aunque requirió de un gran esfuerzo de los departamentos de Almacén y Control de Calidad, así como de los supervisores del área de Producción, seguir el programa creado para la distribución del trabajo permitió incrementar la eficiencia dentro de los parámetros establecidos para su cálculo. También se realizó una mejor utilización a los recursos de la empresa, lo cual incrementó la productividad, reflejándose en el aumento de órdenes terminadas a tiempo, ya que para el inicio del proyecto se contaba con una eficiencia del 43.9% y al término del mismo se contaba con un eficiencia promedio del 67% (véase Gráfica 3).

Esta mejora en el departamento de producción dio pie a nuevos proyectos, que se pretenden poner en marcha en un futuro en la empresa, como la estructuración de un departamento que se encargue de los procesos, y que contribuya a la formación de futuras líneas de ensamble para la producción aplicando Lean Manufacturing. Además se planea iniciar con nuevos proyectos

en otras áreas de la empresa como en el departamento de mantenimiento al iniciar con la creación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo, hasta ahora inexistentes.

Mediante la implementación del programa 5'S en las áreas de trabajo de producción, almacén y control de calidad, se logró observar en la empresa instalaciones más limpias, se eliminaron los materiales innecesarios dentro de los departamentos, y ahora se visualiza una mejor disposición de los recursos y se ha empezado a crear la cultura 5'S en cada uno de los miembros de la organización (ver Figuras 24-31).

La creación del Comité Gestor integrado por empleados de diversos departamentos contribuyó a la cooperación e integración de los mismos en la creación de la cultura 5'S, asegurando así, el seguimiento de la misma. Los eventos Kaizen realizados una vez a la semana por el comité, la creación de material de soporte para la difusión del programa, las evaluaciones realizadas a los departamentos y la capacitación, fueron piezas clave para la realización de este proyecto y para los resultados esperados para el periodo de implementación.

Los layouts propuestos permitieron optimizar los espacios y mejorar el flujo de material en las áreas de calidad, producción y almacén, reduciendo con ello los tiempos de ciclo en los procesos de trabajo, debido a que se eliminaron los traslapes existentes.

Por otro lado, se estructuró la línea de ensamble flexible utilizando técnicas de manufactura esbelta. Teóricamente, cada operador contará con el equipo necesario para realizar cualquier operación asignada a dicha estación. Esto permitirá que se reduzcan gradualmente los tiempos muertos por cambios constantes de setup y también permitirá que se eliminen aquellos tiempos relacionados con traslapes de herramienta.

## 6.2 Recomendaciones

Se alcanzó la meta de incrementar la eficiencia en la empresa en un 5%, a través del cumplimiento de los objetivos planteados en este trabajo de investigación. Ello en busca de la mejora continua para el bienestar laboral es necesario dar seguimiento a los programas y perfeccionarlos una vez que fueron establecidos.

En lo que respecta al programa 5'S será necesario trabajar directamente con las personas que laboran dentro de la empresa para promover cambios en las actitudes, ello mediante capacitación y programas de motivación; al mismo tiempo, será necesario crear las condiciones adecuadas para la implementación y seguimiento de 5'S dentro de un marco de mejora continua, dando principal atención en lo que respecta a las etapas del programa de mantener y disciplina.

Un entorno de trabajo eficaz, un compromiso con lo inmediato y con la gestión eficiente del día a día, es una poderosa palanca de transformación empresarial. Por lo que, la aplicación de la herramienta en entornos llevará a la empresa hacia la simplificación y eliminación de despilfarros.

Por lo que respecta a la implementación del programa 5'S a partir de éste punto se recomienda lo siguiente:

1. Continuar con la estructura del comité gestor que promueva la aplicación continua del programa 5'S involucrando a todos los operadores.
2. Llevar a cabo eventos Kaizen de forma que favorezcan el intercambio de ideas y las propuestas para las posibles mejoras que proporcionen las pautas para el buen desarrollo del programa.
3. Educar a los operadores de forma práctica dentro de sus actividades y hacer notar los posibles beneficios no sólo a nivel empresa sino a nivel personal para promover un cambio de actitud (positiva).
4. Mejorar el programa de inducción a nuevo personal para que ahí se incluya la capacitación acerca de la metodología de las 5'S.
5. Elaboración de planes de mejora.
6. Calendarización de actividades.
7. Capacitación acerca de la metodología de las 5'S.

## 8. Evaluación del progreso.

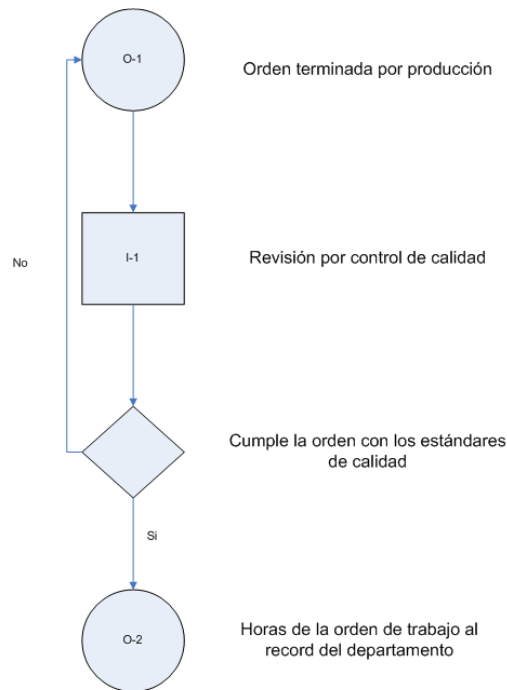
Es conveniente que los mandos superiores pongan en práctica y muestren entusiasmo para el programa de las 5'S, y así, con el ejemplo promuevan la aplicación del mismo, ya que el hacer las cosas por obligación y sin interés no resulta de gran utilidad.

Será necesario definir y explicar cada una de las etapas que lo constituyen así como los procedimientos a seguir y dar un enfoque primordial en el seguimiento. El comité gestor, se encargará de no dejar que el programa se vea obstaculizado de ninguna forma lo que promoverá su continuidad.

En lo referente al desarrollo del nuevo sistema de producción, representará mejoras considerables en la productividad. Sin embargo, la estación de trabajo más lenta afecta la eficiencia de la línea que a pesar de ser flexible y permitir a los operadores permanecer en sus estaciones de trabajo durante la jornada laboral establecida no resulta tan efectiva que si se especializará en un sólo ensamble. Aún así, es posible mejorar e incrementar la productividad y eficiencia de la línea una vez puesta en marcha aplicando algunas otras herramientas y técnicas. Por ejemplo, llevar un programa de mantenimiento preventivo que garantice el correcto funcionamiento del equipo y las herramientas utilizadas por la línea; realizar un estudio de movimientos con la finalidad de reducir o eliminar al máximo las operaciones innecesarias en aquellas estaciones que causan ciertos retrasos y poder visualizar si se podría trabajar con un sistema de producción de trabajo en equipo.

En cuanto al cálculo actual para la eficiencia, esta es tomada en base a las órdenes entregadas al cliente en Estados Unidos y no antes. Es decir, si el departamento de producción termina una orden pero Control de Calidad no la envía, esta no es contemplada como orden terminada ni las horas invertidas en ella, por lo que la eficiencia de Producción es afectada. Por lo cual, se propone considerar las órdenes que son entregadas al departamento de Calidad sin rechazo del mismo. Esto reflejará una eficiencia real y permitirá evaluar los resultados del plan de producción. El proceso se ejemplifica en la Figura 52.

Figura 52. Proceso para captura de datos para cálculo de eficiencia



Fuente: Propia

Así mismo, se propone que se continúe con el programa de capacitación recién iniciado por el departamento de recursos humanos para los operadores, el cual tiene como objetivo mejorar sus habilidades y reducir el margen de error por fallas en las operaciones de ensamble. De igual forma mediante la aplicación de este programa se persigue el reducir los tiempos en las operaciones, lo cual mejorará los tiempos de ciclo en los procesos y la productividad así como la eficiencia.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Biegel, John E. (1978). Control de producción: procedimiento cuantitativo. Grupo Editorial Printamatic, S.A. Octava Edición.
2. Brunson, William H. (1995). 5'S para todos. Cinco pilares de la fábrica visual. Equipo de desarrollo de Productivity Press. Shingo Prize
3. Chase, Richard B.; Jacobs, F. Robert; Aquilano, Nicholas J. (2004). Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. McGraw Hill. Décima edición.
4. Crosby, Philip B. (1994). Calidad sin lágrimas. Compañía Editorial Continental, S.A de C.V. Novena Edición.
5. Donoso, Juan (Marzo 2011). PLM. El principio. Año 17. Número 189. Manufactura p. 31
6. Feld, William M. (2001). Lean manufacturing. Tools, techniques and how to use them. CRC Press. Primera Edición.
7. Fernández, Esteban; Avella, Lucía; Fernández, Marta (2003). Estrategias de producción. McGraw Hill. Primera Edición.
8. Freund, John E.; Simon, Gary A. (1994). Estadística elemental. Prentice Hall. Octava edición.
9. García Criollo, Roberto (1998). Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos. McGraw Hill. Primera Edición.
10. Kanawaty, George (2002). Introducción al estudio del trabajo. Limusa. Cuarta Edición.
11. Lockyer, Kaeith (1998). La producción industrial. Suadministración. Alfaomega. Primera Edición.
12. Luna, David A. (Julio 2007). Lean Manufacturing para directores. Año 13. Número 145. Manufactura p. 32.
13. Niebel, Benjamín W.; Freivalds, Andris (2004). Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo. Alfaomega Grupo Editor. Onceava Edición.
14. Riggs, James L. (2006). Sistemas de Producción. Planeación, análisis y control. Limusa Wiley. Tercer Edición.

15. Salvendy, Gabriel (1991). Manual de ingeniería industrial. Volumen I. Noriega Editorial. Primera Edición.
16. Sharma, Anand. (Julio 2011). ¿Será el fin de la cultura Lean? Año 17. Número 193. Manufactura p.24
17. Sipper, Daniel; Bulfin, Robert L. Jr. (1977). Planeación y control de la producción. The McGraw-Hill Company. Primera Edición.
18. Socconini, Luis; Barrantes, Marco (1999). El proceso de las 5'S en acción. Grupo Editorial Primera Edición.
19. Ortiz, Silvia (Octubre 2009). Manufacturero del año 2009. Año16. Número 172. Manufactura p. 36

## 8. GLOSARIO

**Almacén:** Es el espacio físico determinado para depositar y almacenar temporalmente la materia prima, los productos semi-terminados y/o terminados en espera de ser removidos hacia otro lugar y/o al siguiente eslabón de la cadena de suministros.

**Área de confort:** Espacio requerido por un operador para efectuar sus tareas de forma cómoda y libre de obstáculos.

**Arnés:** Ensamble conformado por un conjunto de subensambles de cables electrónicos.

**Ayudas visuales:** Son herramientas que nos permiten detectar de manera visual, los procedimientos, funciones, procesos a realizar dentro de un área de trabajo. Ejemplos de estas son mapas, gráficas, fotografías, etc.

**Balanceo de líneas:** Método utilizado para reducir el tiempo de ocio y determinar el número ideal de operadores asignados a una línea de producción.

**Base de datos:** Colección de datos que se pueden procesar en una variedad de aplicaciones.

**Calidad:** Es el conjunto de propiedades inherentes con las que cuenta un objeto, las cuales permiten apreciarlo de igual manera, mejor o peor en comparación con los demás productos de su mismo rubro.

**Capacidad de Producción:** Máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada.

**Conector:** Dispositivo plástico, metálico o una combinación de ambas que permite la transferencia de información.

**Crimpear:** Procedimiento que implica la instalación de terminales metálicas en los conductores del cable, mediante la utilización de una herramienta especializada.

**Demanda:** Cantidad y calidad de bienes o servicios que los consumidores están dispuestos a comprar a un precio y unas condiciones dadas en un momento determinado.

**Demora:** Cualquier interrupción de la rutina de trabajo que no ocurre en el ciclo de trabajo típico.

**Desempeño:** Razón de la producción Real del operario entre la producción estándar.

**Desferrar:** Procedimiento para retirar una porción específica del plástico que cubre el conductor.

**Diagrama de proceso:** Representación gráfica de un proceso.

**Diagrama Ishikawa (causa – efecto):** Método para definir la ocurrencia de un evento no deseable o problema, es decir, el efecto como la cabeza del pescado, e identificar los factores que contribuyen, es decir, las causas como las espinas que salen de las vértebras y la cabeza.

**Efectividad:** Razón de las horas ganadas entre las horas dedicadas a las tareas asignadas.

**Eficiencia:** Razón de la producción real entre la producción estándar.

**Ensamblar:** Acto de unir dos partes que van juntas.

**Estación de trabajo:** Es un área definida para realizar actividades de trabajo de un individuo o grupo en el contexto de una organización.

**Estudio de métodos:** Análisis de una operación para incrementar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo unitario.

**Fatiga:** Disminución de la capacidad del trabajo.

**Ferrul:** Terminal que lleva en su estructura un recubrimiento plástico por lo que también se le conoce como terminal insulada.

**Foil:** Recubrimiento metálico entre el plástico exterior y los conductores del cable.

**Formatos:** Es la estructura de un archivo o documento, en donde se define la forma de almacenar información relevante de una acción o procedimiento de trabajo.

**Fuerza de trabajo:** Capacidad del hombre para trabajar, conjunto de fuerzas físicas y espirituales de que el hombre dispone y que utiliza en el proceso de producción de los bienes materiales.

**Gemba:** Son las áreas de trabajo, las estaciones, es decir, el lugar en donde se lleva a cabo la producción.

**Inventario:** Es la acumulación de cualquier artículo usado en la organización para el efecto de sus funciones, para ello se lleva un control que monitorea los niveles de materiales a utilizar y determina qué niveles deben mantenerse, cuándo debe reponerse, y de que tamaño deben ser las órdenes.

**Jornada de trabajo:** Cualquier trabajo por el cual se compensa al operador con base en el tiempo y no en la producción.

**Justo a tiempo:** Se refiere a una técnica de manufactura esbelta o flujo de producción directo que disminuye tiempos de preparación y requiere que los proveedores entreguen partes sólo cuando se necesitan, lo que elimina los grandes inventarios.

**Kaizen:** Sistema de actividades de mejora.

**Kanban:** Tarjeta como etiqueta con información del producto que sigue al producto durante todo el ciclo de producción para mantener el *JIT*.

**Layout:** Esquema gráfico que muestra la distribución física de un área determinada así como la interacción con los elementos que la conforman o con otras áreas con las que se relacionan sus procesos.

**Limpieza:** Significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos del lugar de trabajo. Este factor exige que se identifique las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones preventivas a fin de eliminarla.

**Línea de ensamble piloto (línea de ensamble modular, lean line):** Sistema de producción flexible en el que se integran un conjunto de cables con operaciones similares estructurados en una secuencia de flujo en línea.

**Mantenimiento:** Es el conjunto de procedimientos que permiten prevenir de manera eficaz las averías, efectuar revisiones, reparaciones, dando a la vez las pautas necesarias para el buen funcionamiento a los operadores de las máquinas. Contribuyendo a los beneficios de la empresa.

**Mesas de trabajo:** Es un área específica dentro de al estación de trabajo, en donde un individuo realiza sus operaciones de ensamble.

**Método:** Técnica empleada para realizar una operación.

**Ordenar:** Consiste en organizar de manera ordenada todos aquellos elementos que se han clasificado como necesarios, de tal manera que se puedan encontrar con facilidad.

**Organizar:** Es el procedimiento que se realiza para separar los elementos y/u objetos necesarios e innecesarios de una área determinada, a fin de administrar más el espacio y sólo contar con lo necesario dentro de esta.

**Pallet:** Estructura de madera que sirve de soporte para la transportación del material al almacén.

**Pines:** Terminal metálica utilizada en los conductores mediante la operación de crimpeo para posterior insertado del conector.

**Planear:** Movimiento básico que implica el proceso mental de determinar la siguiente acción.

**Procedimiento:** Es el conjunto de operaciones básicas y necesarias, las cuales se encuentran conectadas de manera tal que constituyen un factor importante para el desarrollo de una actividad o tarea específica dentro de una área determinada de aplicación.

**Productividad:** Indicador cuantitativo del uso de los recursos en la creación procesos o productos terminados. Específicamente, esto mide la relación entre productos y uno o más de los insumos.

**Producción:** Salida total de una máquina, proceso o operador en una unidad de tiempo específico. Conjunto de operaciones por medio de las cuales se crean bienes y servicios

**Programa 5'S:** Es una filosofía de trabajo, la cual permite implementar y establecer estándares a fin de contar con áreas y espacios de trabajo en orden para realizar eficazmente las actividades diarias.

**Program Manager:** Persona encargada en la planta matriz de la programación de trabajo para la planta en México.

**Retrabajo:** Volver a trabajar una pieza ya ensamblada por haber sido detectado algún error.

**Schedule:** Documento que contiene las órdenes de trabajo con sus especificaciones: número de orden, número de parte, cantidad de ensambles, tiempo de ensamble, cliente, departamento y herramienta.

**Scrap:** Material de desecho que no constituye un elemento funcional para la empresa.

**Setup:** Tiempo necesario en cambiar un dispositivo de un equipo y preparar ese equipo para producir un modelo diferente.

**Sistema M3:** Programa estructurado por una base de datos que permite tanto a la planta matriz como a la planta en México, acceder a la información relacionada con los materiales de producción y ensambles así como el control de inventario para facilitar la comunicación entre ambas empresas.

**Stock:** Inventario de material en almacén necesario para cumplir con la demanda de producción.

**Supervisores:** Es el empleado designado por el representante legal o por quien este facultado para contratar, para que este cumpla las funciones de intervención, capacitación, supervisión y ejecución.

**Tarjetas Azules:** Es un formato realizado a fin detectar materiales innecesarios dentro de las áreas, pero con funcionalidad dentro de la empresa y que sólo requieren ser reubicados dentro de esta.

**Tarjetas Rojas:** Es un formato realizado para detectar los materiales innecesarios y que ya no tengan ninguna funcionalidad dentro de la empresa.

**Traveler:** Documento enviado junto con las órdenes al área de producción donde se detalla cada una de las operaciones del proceso de ensamble. Contiene el tiempo para cada una de las operaciones así como una lista de materiales y especifica la herramienta a utilizar.

**Tubing:** Plástico cilíndrico hueco utilizado en la manufactura de cables electrónicos para cubrir zonas con soldadura y proteger los conductores cercanos al conector.

**Warehouse:** Término en el idioma inglés utilizado para referirse al almacén de la empresa.

## 9. LISTA DE ACRÓNIMOS

JIT Justo a Tiempo

LM Lean Manufacturing

TPS Sistema de Producción Toyota

## 10. ANEXOS

### ANEXO 1 Toma de tiempos muertos

40		60		30		10		50		20		30		40	
30/05 Hora: 11:25-12:25		31/05 Hora: 7:55-8:55		31/05 Hora: 11:25- 15:25		31/05 Hora: 9:30- 10:30		31/05 Hora: 11:10- 12:10		01/06 Hora: 10:15 - 11: 15		6/06 Hora: 10:50 - 11:50		6/06 Hora: 11:05 - 12:05	
1		1		1		1		1		1		1		1	
2	37,59	2	28,06	2	95	2	62,32	2	3	2	9,16	2	16,56	2	66,34
3	42,16	3	11,15	3	30	3	25,09	3	operadore	3	5,06	3	7,69	3	69,49
4	2,69	4	51,87	4	272	4	16,38	4	s tardaron	4	3,01	4	16,44	4	48,88
5	484,81	5	34,06	5	31	5	70	5	aproxima	5	71,85	5	48,33	5	8,75
6	107,09	6	6,19	6	42	6	84,4	6	damente	6	3,01	6	27,03	6	12,61
7	93	7	59,85	7	180	7	7,28	7	20	7	14,69	7	46,57	7	5,22
8	24,5	8	74,78	8	45	8	94,41	8	minutos	8		8	18,89	8	233,97
9	70,6	9	179,97	9	40	9	23,53	9	esperand	9		9	11,38	9	
10	32,81	10	103,28	10	60	10	5,59	10	o la	10		10	22,69	10	
11	21,22	11	23,25	11	60	11	25,83	11	herramien	11		11		11	

Fuente: propia

ANEXO 2 Tríptico 5'S

ESTANDARIZACIÓN



EL ARTE DE MANTENER EN ESTADO DE LIMPIEZA.

SEIKETSU : Estandarización, aseo, higiene y conservación.

1. Considerar : Colores, formas, iluminación, ventilación, vestuario, higiene personal, elementos de ambientación. Todo lo que causa impresión de limpieza.

El color es vibración: use pinturas brillantes de buena calidad.

1. SEÑALIZACIÓN ADECUADA
2. ESTANDARIZAR CADA SECTOR IDENTIFICANDO LA CONDICIÓN IDEAL
3. ESTANDARIZAR LOS COLORES DE PISOS PAREDES Y EQUIPAMIENTOS

DISCIPLINA

EL ARTE DE HACER CORRECTAMENTE LAS COSAS Y CON NATURALIDAD.

SHITSUKE : Disciplina es la base de una civilización y lo mínimo para que la sociedad funcione en armonía ...



PARA FORMAR BUENOS HÁBITOS, LA REGLA ES : REPETIR, REPETIR, REPETIR...

DISCIPLINA

Disciplina es practicar y practicar para que las personas hagan correctamente las cosas y con naturalidad, es cuestión de estandarizar reglas.

COMPROMISO



Carrasco Lara Cadmiel  
Romo Jiménez Yessica  
Verdugo Raygoza Gladys



FILOSOFIA DE LAS 5S



## FILOSOFIA 5S

**5S** El objetivo es entender y aplicar los principios básicos de la filosofía de las "5 Ss" con la finalidad de incrementar la eficiencia y productividad en las labores diarias.

1. **Seiri** (Clasificar): El arte de "seleccionar las cosas inútiles" buscando despejar el área.
2. **Seiton** (Organizar): El arte de "cada cosa en su lugar".
3. **Seisou** (Limpieza): El arte de "sacar el polvo".
4. **Seiketsu** (Mantener): El arte de "mantener el estado de limpieza con aseo, higiene y conservación".
5. **Shitsuke** (Disciplina): El arte de "hacer correctamente las cosas y con naturalidad", con fuerte disciplina.

### FILOSOFÍA DE LAS 5S

1. Obtener calidad
2. Comience por la limpieza y arreglo de todos los lugares de trabajo".
3. "Ambiente limpio no es aquel que más se limpia: es aquel que menos se ensucia."

### ORGANIZAR

EL ARTE DE COLOCAR FUERA TODO LO INSERVIBLE, SIN USO



- SEIRI: Sentido de organización, de selección, de utilización.
- Tome fotografías y/ o filme el ambiente de trabajo.
  - Defina el día de la limpieza.



### ORDENAR

#### DÍA DE LA LIMPIEZA

1. No crea que descartar alguna cosa es desperdicio.
2. Acuértese de la eficiencia que está obteniendo.
3. Es importante salvar las cosas, pero es positivo tirar las cosas que no tienen uso.



EL ARTE DE CADA COSA EN SU LUGAR PARA USO RÁPIDO

SEITON: Lo importante es encontrar cualquier cosa (materiales, herramientas, informaciones, etc) en el menor tiempo posible.

GUARDAR DE ACUERDO CON EL GRADO DE UTILIZACIÓN

1. Cosas que usa rara vez, guárdelas lejos.
2. Cosas que usa de vez en cuando, guárdelas en el lugar de trabajo.
3. Cosas de uso frecuente, guárdelas cerca suyo.

CADA COSA EN SU LUGAR "MARQUE LA PIEZA Y EL LUGAR"



### LIMPIEZA

#### EL ARTE DE SACAR EL POLVO



buenos hábitos.

SEISO: Un ambiente con polvo es un ambiente de moral baja.

1. Limpiar es más que mantener limpio, es una filosofía, un compromiso con la higiene y los

#### ESTÁNDAR DE LIMPIEZA DIARIA:



Debemos establecer la limpieza de los **3 minutos**

Fuente: propia

## ANEXO 3 Tarjeta roja y tarjeta azul

S1 CLASIFICAR	S1 CLASIFICAR OBSERVACIONES
Area:	
Tarjeta #:	
Responsable:	
Fecha:	
Producto:	
cantidad:	

S1 CLASIFICAR	S1 CLASIFICAR OBSERVACIONES
Area:	
Tarjeta #:	
Responsable:	
Fecha:	
# ORDEN:	
cable en W. O.	
# parte:	
cantidad:	

Fuente: propia



## ANEXO 5 Programación de mantenimiento propuesta

Programación del mantenimiento de producción		
Área/tarea	Frecuencia	Recursos
Departamento 20 : tirar basura de los botes	Diariamente	
Departamento 20 : recoger material	Diariamente	
Departamento 20 : guardar herramienta	Diariamente	
Departamento 20 : limpiar área individual de trabajo	Diariamente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Departamento 20 : limpiar estación trabajo	Semanalmente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Departamento 20 : limpiar estantes	Mensualmente	trapo, limpiador liquido
Departamento 20 : barrer estación de trabajo	Diariamente	escoba y recogedor
Departamento 20 : limpiar mamparas	Mensualmente	trapo, limpiador liquido, bote de spray
Departamento 20 : trapear	Semanalmente	trapeador, cubeta, limpiador liquido
Departamento 20 : organizar espacios de almacenamiento (anaqueles)	Semanalmente	
Departamento 30 : tirar basura de los botes	Diariamente	
Departamento 30 : recoger material	Diariamente	
Departamento 30 : guardar herramienta	Diariamente	
Departamento 30 : limpiar área individual de trabajo	Diariamente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Departamento 30 : limpiar estación trabajo	Semanalmente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Departamento 30 : limpiar estantes	Mensualmente	trapo, limpiador liquido
Departamento 30 : barrer estación de trabajo	Diariamente	escoba y recogedor
Departamento 30 : limpiar mamparas	Mensualmente	trapo, limpiador liquido, bote de spray
Departamento 30 : trapear	Semanalmente	trapeador, cubeta, limpiador liquido
Departamento 30 : organizar espacios de almacenamiento (anaqueles)	Semanalmente	
Departamento 40 : tirar basura de los botes	Diariamente	
Departamento 40 : recoger material	Diariamente	
Departamento 40 : guardar herramienta	Diariamente	
Departamento 40 : limpiar área individual de trabajo	Diariamente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Departamento 40 : limpiar estación trabajo	Semanalmente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Departamento 40 : limpiar estantes	Mensualmente	trapo, limpiador liquido
Departamento 40 : barrer estación de trabajo	Diariamente	escoba y recogedor
Departamento 40 : limpiar mamparas	Mensualmente	trapo, limpiador liquido, bote de spray
Departamento 40 : trapear	Semanalmente	trapeador, cubeta, limpiador liquido
Departamento 40 : organizar espacios de almacenamiento (anaqueles)	Semanalmente	
Departamento 50 : tirar basura de los botes	Diariamente	
Departamento 50 : recoger material	Diariamente	
Departamento 50 : guardar herramienta	Diariamente	
Departamento 50 : limpiar área individual de trabajo	Diariamente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Departamento 50 : limpiar estación trabajo	Semanalmente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Departamento 50 : limpiar estantes	Mensualmente	trapo, limpiador liquido
Departamento 50 : barrer estación de trabajo	Diariamente	escoba y recogedor
Departamento 50 : limpiar mamparas	Mensualmente	trapo, limpiador liquido, bote de spray
Departamento 50 : trapear	Semanalmente	trapeador, cubeta, limpiador liquido
Departamento 50 : organizar espacios de almacenamiento (anaqueles)	Semanalmente	
Departamento 60 : tirar basura de los botes	Diariamente	
Departamento 60 : recoger material	Diariamente	
Departamento 60 : guardar herramienta	Diariamente	
Departamento 60 : limpiar área individual de trabajo	Diariamente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Departamento 60 : limpiar estación trabajo	Semanalmente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Departamento 60 : limpiar estantes	Mensualmente	trapo, limpiador liquido
Departamento 60 : barrer estación de trabajo	Diariamente	escoba y recogedor
Departamento 60 : limpiar mamparas	Mensualmente	trapo, limpiador liquido, bote de spray
Departamento 60 : trapear	Semanalmente	trapeador, cubeta, limpiador liquido
Departamento 60 : organizar espacios de almacenamiento (anaqueles)	Semanalmente	
Calidad : tirar basura de los botes	Diariamente	
Calidad : recoger material	Diariamente	
Calidad : guardar herramienta	Diariamente	
Calidad : limpiar área individual de trabajo	Diariamente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Calidad : limpiar estación trabajo	Semanalmente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Calidad : limpiar estantes	Mensualmente	trapo, limpiador liquido
Calidad : barrer estación de trabajo	Diariamente	escoba y recogedor
Calidad : trapear	Semanalmente	trapo, limpiador liquido, bote de spray
Calidad : organizar espacios de almacenamiento (anaqueles)	Semanalmente	trapeador, cubeta, limpiador liquido
Almacén : tirar basura	Diariamente	
Almacén : recoger material	Diariamente	
Almacén : guardar herramienta	Diariamente	
Almacén : limpiar áreas individuales de trabajo	Diariamente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Almacén : limpiar toda el área de almacén	Semanalmente	escoba, recogedor, trapo, bote de la basura
Almacén : limpiar estantes de almacenamiento	Mensualmente	trapo, limpiador liquido
Almacén : organizar espacios de almacenamiento	Semanalmente	
Almacén : barrer	Diariamente	escoba recogedor
Almacén : trapear	Semanalmente	trapeador, cubeta, limpiador liquido
Almacén : mantenimiento a máquinas	Trimestralmente	técnico

Fuente: propia

## ANEXO 6 Examen 5'S

Supervisor: Rocío López

Depto.: 20

# Emp	Nombre	Asist 5S	Que es 5S	Como llevar a cabo organización y orden en mi área de trabajo	Importancia de la limpieza	Importancia de la clasificación
059	Oralia Méndez	8	9	8	8	9
084	Blanca Castro	9	8	7	7	8
110	Maria Mendoza	10	10	8	8	8
112	Susana Luna	8	8	7	7	7
120	Gabriela García	10	10	9	8	8
135	Daniel López	9	9	8	8	8
146	Maricela Ramírez	8	7	7	7	6
162	Diana González	9	10	8	8	8
168	Natalia Velazco	10	10	7	7	7

Fuente: propia

**ANEXO 7 Auditorías semanales**

Personal asignado para aseo y aplicacion de 3 S

Supervisor: \_\_\_\_\_

Mes: \_\_\_\_\_

Días	Personal	1S: Clasificar	2S:Organizar	3S:Limpieza	Observaciones	Evaluación
Sabado						
Domingo						
Lunes						
Martes						
Miercoles						
Jueves						
Viernes						
Sabado						
Domingo						

Calificación de S

- 1 Excelente
- 2 Muy Bien
- 3 Bien
- 4 Regular
- 5 Malo

Evaluación

Se llevará a cabo con un valor del 1 al 10 de acuerdo a la percepción del supervisor a cargo

Fuente: propia

ANEXO 8 Auditoría general

Evaluación del GENBA

Departamento: \_\_\_\_\_ Analizada por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Categoría	Elemento	10	7	4	1	Comentarios
Selección	<b>Distinguir entre lo necesario de lo innecesario</b>					
	¿Han sido eliminados todos los artículos innecesarios?					
	¿Los artículos restantes se encuentran correctamente arreglados en condiciones sanitarias y seguras?					
	¿Las áreas de trabajo y pasillos se encuentran debidamente señalados y limpios?					
	Disposición correcta de material dañado					
	Disposición correcta de scrap					
	Separación de producto no conforme					
	Mesas de trabajo libres de objetos personales o ajenos a la producción					
	¿Los artículos innecesarios se almacenan en almacén de tarjetas rojas, bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?					
	¿Existe un procedimiento para disponer de los artículos innecesarios?					
Orden	<b>Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar</b>	<b>Total</b>				
	¿Existe un lugar específico para todo, marcado visualmente?					
	¿Está todo en su lugar específico?					
	¿Es fácil reconocer el lugar para cada cosa?					
	¿Se vuelven a colocar las cosas en su lugar después de usarlas?					
	Distribución correcta del personal					
	¿Se ordena debidamente las áreas de trabajo cuando se trabaja en una orden?					
	¿Se mantienen los travelers a la vista?					
	Disposición correcta de herramientas y equipo de trabajo					
	Primeras muestras autorizadas y a la vista					
Limpieza	<b>Limpieza y buscando métodos para mantener limpio</b>	<b>Total</b>				
	¿Se encuentran las áreas de trabajo limpias, y se usan detergentes y limpiadores apropiados?					
	¿El equipo se mantiene en buenas condiciones y limpio?					
	¿Es fácil distinguir los materiales de limpieza, uso de detergentes y limpiadores?					
	¿Las medidas de limpieza y horarios son visibles fácilmente?					
	Mesas de trabajo alineadas					
Estandarización	<b>Mantener y monitorear las 3 primeras S</b>	<b>Total</b>				
	¿Está toda la información necesaria de forma visible?					
	¿Se respeta consistentemente todos los estándares?					
	¿Están asignadas y visibles las responsabilidades de limpieza?					
	¿Están los basureros y compartimientos de desecho vacíos y limpios?					
Auto disciplina	<b>Apegarse a las reglas</b>	<b>Total</b>				
	¿Los trabajadores observan los procedimientos del programa?					
	¿Está siendo la organización, el orden y la limpieza regularmente observadas?					
	¿Todo el personal se involucra en la aplicación del programa?					
	¿Son observadas las reglas de seguridad y limpieza?					
	¿Se respetan las áreas comunes?					
	¿El scrap se encuentra bien localizado y ordenado?					
	<b>Total</b>					
	<b>SumTot</b>					

Fuente: propia

**ANEXO 9 Formato de revisión a estaciones de trabajo**

LISTA DE CHEQUEO DE CINCO PUNTOS DEL NIVEL DE LIMPIEZA ESTANDARIZADA			DEPTO:		REGISTRADO POR:		FECHA:											
			ÁREA ASIGNADA		ANALIZADO POR:		PAG:											
#	PROCESO Y PUNTO DE CHEQUEO	NIVEL DE ORGANIZACIÓN					NIVEL DE ORDEN					NIVEL DE LIMPIEZA					TOTAL	TOTAL ANTERIOR
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
1		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
2		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
3		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
4		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
5		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
6		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
7		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
8		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
9		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
10		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
11		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
12		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
TOTAL Y MEDIA LÍNEA:		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		

Fuente: propia

**ANEXO 10 Ensamblas  
considerados para la formación  
de línea de cables modulares**

	CONECTOR	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	
	CABLE	2	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	591194	
<b>o. Operación</b>		833-016952-XXX	684-035407-XXX	684-036850-XXX	853-032451-001	853-029638-001	833-800999-001	853-025629-001	833-803064-002	853-000431-001	857-802886-025	853-009904-001	833-803064-XXX	857-802887-025	853-032477-XXX	853-035196-001	853-016974-XXX	853-019019-XXX	853-023675-XXX	684-037587-XXX	684-019931-XXX
1	Cortar cable	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	Cortar malla	●																			
3	Desforrar y poner tubing	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	Bajar Foil	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5	Poner guías	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	Crimpear conector	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	Crimpear terminal	●																			
9	Soldar terminal	●																			
10	Soldar conector	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
11	Poner etiqueta en placa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
12	Poner amarres en etiqueta	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
13	Poner etiquetas blancas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
14	Poner etiqueta goma	●												●	●	●	●	●	●	●	●
15	Poner Ferritas								●	●		●	●								
16	Calentar tubing	●																			
17	Prueba eléctrica	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
18	Empaque bolsa con etiqueta	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
19	Armado de caja y empaque	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

No.	Operación	853-810351-XXX	833-004992-001	853-495701-060	853-045339-001	683-044271-XXX	683-042535-XXX	833-043330-005	684-035421-001	684-037481-XXX	684-019926-XXX	833-019761-001	833-008528-002	853-018079-001	833-801000-001	683-019930-XXX	853-222332-XXX	853-190238-001	853-220688-XXX	684-092446-XXX	833-023207-001	833-020438-001
	CONECTOR	290018-2	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290155-3	290018-2	290018-2	290018-2	290018-2	290018-2	290018-2	290192-2	290192-2
	CABLE	592304	591403	591403	591195-2	591195-2	591195-2	591195-2	591195-2	591236-2	591236-2	591236-2	591236-2	591236-2	591373-2	591373-2	591375	591375	591375	591375	570012	570012
1	Cortar cable		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	Cortar malla																					
3	Desforrar y poner tubing	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	Bajar Foil																					
5	Poner guías	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	Crimpear conector	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	Crimpear terminal																					
9	Soldar terminal																					
10	Soldar conector		●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●								
11	Poner etiqueta en placa	●	●			●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
12	Poner amarres en etiqueta	●	●			●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
13	Poner etiquetas blancas	●	●			●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
14	Poner etiqueta goma			●	●																●	●
15	Poner Ferritas																					
16	Calentar tubing																					
17	Prueba eléctrica	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
18	Empaque bolsa con etiqueta	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
19	Armado de caja y empaque	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Fuente: propia

## ANEXO 11 Tabla de distribución normal acumulada

Z	SEGUNDO DECIMAL DE Z									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.4990	.4991	.4991	.4991	.4992	.4992	.4992	.4992	.4993	.4993
3.2	.4993	.4993	.4994	.4994	.4994	.4994	.4994	.4995	.4995	.4995
3.3	.4995	.4995	.4995	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4996	.4997
3.4	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4997	.4998
3.5	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998	.4998
3.6	.4998	.4998	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.7	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.8	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999	.4999
3.9	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000	.5000

Fuente: Freund, Simon 1994

## ANEXO 12 Suplementos

<b>Márgenes o tolerancias (Oficina Internacional del Trabajo)</b>	
<b>A. Tolerancias constantes:</b>	%
1. Tolerancia personal .....	5
2. Tolerancia básica por fatiga.....	4
<b>B. Tolerancias variables:</b>	
1. Tolerancia por estar de pie.....	2
2. Tolerancia por posición no normal:	
a. Ligeramente molesta.....	0
b. Molesta (cuerpo encorvado).....	2
c. Muy molesta (acostado, extendido).....	7
3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar):	
Peso levantado (kilogramos y libras, respectivamente)	
2.5;5 .....	0
5;10 .....	1
7.5;15 .....	2
10;20 .....	3
12.5;25 .....	4
15;30 .....	5
17.5;35 .....	7
20;40 .....	9
22.5;45 .....	11
25;50 .....	13
30;60 .....	17
35;70 .....	22
4. Alumbrado deficiente:	
a. Ligeramente inferior a lo recomendado .....	0
b. Muy inferior .....	2
c. Sumamente inadecuado.....	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)-variables .....	0-10
6. Atención estricta:	
a. Trabajo moderado fino.....	0
b. Trabajo fino o de gran cuidado.....	2
c. Trabajo muy fino o muy exacto.....	5
7. Nivel de ruido:	
a. Continuo .....	0
b. Intermitente-fuerte .....	2
c. Intermitente-muy fuerte.....	5
d. De alto volumen-fuerte.....	5
8. Esfuerzo mental:	
a. Proceso moderadamente complicado .....	1
b. Proceso complicado o que requiere amplia atención .....	4
c. Muy complicado .....	8
9. Monotonía:	
a. Escasa.....	0
b. Moderada.....	1
c. Excesiva.....	4
10. Tedio:	
a. Algo tedioso.....	0
b. Tedioso.....	2
c. Muy tedioso.....	5

Fuente: Niebel y Freivalds, 2004:437

## ANEXO 13 Tabla de balanceo de líneas y tiempo estándar

OPERACIONES	A	B	C	D	E	F	G	H
	Cortar cable	Cortar malla (dos lados)	Desferrar (dos lados)	Bajar Foil (dos lados)	Poner guías (dos lados)	Crimpear (dos lados)	Crimpear terminal (1 terminal)	soldar terminal (dos lados)
833-016952-XXX (Operarios)	1	1	2	2	3 y 4	3 y 4	3 y 4	5 Y 6
833-800999-XXX (Operarios)	1		1	2	3 y 4	5		
683-019930-XXX (Operarios)	1		2 y 3		2 y 3	4 y 5		
Tiempo normal	1.1581	1.0958	0.4383	1.4607	2.5704	1.4207	0.5627	1.5114
Tiempo Estándar	1.3549	1.2821	0.5128	1.7090	3.0074	1.6622	0.6584	1.7683
Ensamble 833-016952-XXX		2.6371		2.2218			5.3280	
Minutos estándar permitidos		3.4429					3.4429	
Ensamble 833-800999-XXX			1.8677	1.7090	3.0074	1.6622		
Minutos estándar permitidos			2.6983	2.6983	2.6983			
Ensamble 683-019930-XXX	1.3549				3.5202	0.8311		
Minutos estándar permitidos	1.7601				1.7601	1.7601		

Fuente: Propia