



**ESCUELA DE GRADUADOS**

**Tesis para optar por el título de:**

**Maestría en Gerencia y Productividad**

**TEMA:**

**Implementación de la Metodología de Manufactura Esbelta para el Producto de  
Colección de Componente de Sangre. Caso de estudio Dispositivos Médicos.**

**SUSTENTANTE**

**Ing. Osaira Almonte De Los Santos**

**MATRÍCULA**

**2000-1042**

**ASESORA**

**Mirtha González, PhD**

**Distrito Nacional, República Dominicana**

**Abril 2014**

## RESUMEN

Actualmente existe un compromiso en las empresas manufactureras de estandarizar y controlar sus procesos, eliminar desperdicios y crear nuevas formas de ser más eficaces y eficientes, aún más cuando se trata de un tema tan delicado como la Salud. Sin embargo, las empresas son negocios y necesitan ser más rentables y competitivas en el mercado. Dentro de las Zonas Francas manufactureras de Dispositivos Médicos están muy marcadas la aplicación y el mantenimiento de la metodología o filosofía Lean, ya que la misma le sirve de ayuda para ahorrar costos y mejorar los procesos. Además, cuando las empresas lo toman como parte de su día a día agregan valor a la Calidad y el ambiente laboral se mantiene en un nivel de ordenación impresionante. Durante esta aplicación de la Metodología Esbelta en el producto de Colección Componente de la Sangre será posible recorrer unas pinceladas contenidas en tres capítulos con los conceptos y elementos involucrados en la fascinante Herramienta Lean tales como, perspectiva, historia, objetivos organizacionales entre otros. Otro punto de interés es que se abarcará un capítulo relacionado a cómo funcionan las Zonas Francas en la República Dominicana, esta frase resume el tema a abordar: “Lo que no se mide, no se controla y no se puede mejorar.” — **Peter F. Drucker, profesor y consultor.**

## ÍNDICE

|                   |   |
|-------------------|---|
| INTRODUCCION----- | 1 |
|-------------------|---|

### Capítulo I: Zona Franca en la República Dominicana

|                                                               |        |
|---------------------------------------------------------------|--------|
|                                                               | Página |
| 1.1 Reseña Histórica-----                                     | 2-4    |
| 1.2 Características del Sector -----                          | 4      |
| 1.3 Aporte de las Zonas Franca -----                          | 5      |
| 1.3.1 Impacto Social -----                                    | 5-8    |
| 1.3.2 Empleos -----                                           | 8-9    |
| 1.3.3 Exportaciones y Divisas Generadas -----                 | 9      |
| 1.3.4 Pagos por Servicios (Aporte al sistema de Gobierno) --- | 10     |
| 1.4 Tipos y Clasificación-----                                | 11     |
| 1.4.1 Tipos de las Zonas Francas-----                         | 11     |
| 1.4.2 Clasificación de Zonas Francas-----                     | 12-13  |

### Capítulo II: Generalidades de la Empresa: Dispositivos Médicos

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 2.1 Reseña Histórica-----   | 14 |
| 2.2 Organización -----      | 15 |
| 2.3 Nuestros Procesos ----- | 16 |

### **Capítulo III: Implementación de la Metodología de Manufactura Esbelta para el Producto de Colección de Componente de Sangre.**

|                                                                                       |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 3.1 Principios Tradicionales de Producción -----                                      | 17-20 |
| 3.2 Fundamentos teóricos de técnicas de mejoras para los procesos<br>Productivos----- | 20-24 |
| 3.2.1 5S-----                                                                         | 24-29 |
| 3.2.2 Justo a Tiempo -----                                                            | 30-34 |
| 3.2.3 Sistema Pull -----                                                              | 35-36 |
| 3.2.3 Sistema Kanban -----                                                            | 36-58 |
| 3.2.4 Sistema a Prueba de Error -----                                                 | 58-61 |
| 3.2.5 Manufactura Lineal -----                                                        | 62-64 |
| 3.2.6 Mejora Continua (Kaizen) -----                                                  | 65-70 |
| 3.3 Aplicación de la Metodología Esbelta -----                                        | 71-73 |

Conclusiones

Recomendaciones

Referencias

Anexos

## INDICE DE GRAFICO

Página

Gráfico 1: Pagos por Servicios ----- 11

## INDICE DE FIGURA

|                                               | Página |
|-----------------------------------------------|--------|
| Figura 1: Fundamentos de Justo a tiempo ----- | 31     |

## INDICE DE TABLA

Página

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Tipos de Desperdicios y Cómo Eliminarlos ----- | 32 |
|---------------------------------------------------------|----|

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto está creado desde la problemática actual de la empresa de Dispositivos Médicos, para la aplicación y el manejo de la metodología de Manufactura Esbelta. En la majestuosa industria manufactura de Clase Mundial hoy en día están en boga los términos como Manufactura Esbelta o "Lean Manufacturing", Six Sigma y sus aplicaciones, 5s, Justo a tiempo, Mejora Continua entre otras. En esta investigación aplicaremos Manufactura Esbelta.

Actualmente para que un producto cumpla con los requisitos del cliente, las empresas deben invertir en sus procesos y no invertir sino mantenerlo y al mismo tiempo conservar el nivel o elevarlo. Por lo que las empresas viven en su afán de ser más innovadores.

El objetivo principal por la cual se realiza este trabajo monográfico es para poder implementar la Metodología Lean en el proceso de manufactura.

Este trabajo estará conformado de tres capítulos:

1. Se enfocará en las Zonas Francas de la República Dominicana en donde se podrá destacar los aportes que las mismas generan al país. En esta sección se muestra el aporte económico que genera los sectores médicos o farmacéuticos. En adición dará paso al capítulo II.
2. Se tratará de las Generalidades de Empresa Dispositivos Médicos y explicara de manera clara y detalla su visión, misión, valores y objetivos. Además, dará brevemente algunas pinceladas sobre los procesos de manufacturas.
3. Finalmente el capítulo tres para la implementación o aplicación de la metodología.



# **CAPÍTULO I – ZONA FRANCA EN LA REPUBLICA DOMINICANA**

Este capítulo estará dedicado al tema antes citado con la finalidad de poder entender mejor el manejo y concepto de las Zona Francas (que es el sector al cual corresponde la empresa de Dispositivos Médicos), además detallar los elementos básicos desde su nacimiento hasta la actualidad.

## **1.1 Reseña Histórica**

La instalación de las Zonas Francas (ZF) en la República Dominicana se inicia a partir de 1969 y su historia evidencia que ha sido uno de los sectores más Dinámicos de la economía. Desde sus inicios hasta la fecha el sector ha mostrado cambios en la dinámica de crecimiento, producto de coyunturas locales e internacionales.

El sector ha podido superar estos cambios gracias a su gran capacidad de recomposición y transformación. En efecto, luego de la instalación de los dos primeros parques industriales de Zonas Francas en el país, entre 1971 y 1990 se instalaron 297 empresas. Al cierre del año 2011 operaban 578 empresas con un total de empleados de 125,117.

En la década del 2000 las Zonas Francas han tenido que enfrentar importantes desafíos, los que han conllevado a una creciente diversificación en el sector. El ingreso de China a la Organización Mundial del Comercio (OMC) y la posterior eliminación del Acuerdo de Textiles y del Vestido de la OMC, provocaron una drástica reducción en la participación del país en el mercado norteamericano de textiles, vis a vis el incremento de las exportaciones provenientes del Continente Asiático, lideradas por China.<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos del CNZFE, Banco Central. Para datos del valor agregado, Informe Desarrollo Económico y Social de la Rep. Dom. Cepal 2012.

La combinación de estos factores causó que, entre 2004 y 2009, 10 parques de Zonas Francas descontinuaran sus operaciones, ocasionando una disminución neta de 16 empresas y la pérdida de 77 mil puestos de trabajo. En este sentido, la participación de las Zonas Francas en el PIB en los últimos 10 años se redujo casi a la mitad, desde 5.2% a 2.7% en 2011.

Gracias a su capacidad de diversificación las ZF han logrado superar la crisis con un gran impacto positivo para toda la economía dominicana. A pesar de que en el período 2004-2009 cerraron 170 empresas, concentradas en el sector confecciones y textiles (más de 150 empresas) y productos eléctricos y electrónicos, este resultado se vio acompañado de la creación de 154 nuevas empresas en actividades diversas: servicios (call centers y “BPOs” o tercerización de servicios empresariales), manufactura de cigarros, productos e instrumentos médicos, agroindustria, metales y sus manufacturas, joyería, entre otras. Esto es un claro reflejo de un proceso de diversificación en las actividades de Zonas Francas. En total, el número de empresas al cierre del 2009 ascendió a 553 y el proceso de recuperación posterior permitió que para el 2011 se incrementara a 578<sup>2</sup>.

Hay 578 empresas ubicadas en los 51 parques de Zonas Francas instalados, empleaban 125,117 personas, lo que equivale al 46.7% de los empleados formales del sector manufacturas y al 8% del total de ocupados en el sector formal. A pesar de las dificultades que enfrentó el sector, el compromiso con la economía ha sido constante. Durante el período 2000-2010 las exportaciones de Zonas Francas muestran una tendencia decreciente, debido fundamentalmente a la caída en las exportaciones de textiles, las que se redujeron en US\$1,387 millones entre el 2000 y el 2011.

---

<sup>2</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos del CNZFE, Banco Central. Para datos del valor agregado, Informe Desarrollo Económico y Social de la Rep. Dom. Cepal 2012.

Como resultado, las exportaciones totales del sector en el 2010 fueron menores en más de US\$500 millones a las registradas durante el año 2000. A pesar de las disminuciones en las exportaciones y el empleo, los pagos locales de las Zonas Francas por concepto de consumo de servicios públicos y pagos a la seguridad social siguieron incrementando. Entre el año 2003 y el 2011 dichos gastos en dólares aumentaron en un 159%, equivalentes a un promedio anual de 16.6%. El pago por empresa también se ha incrementado. Actualmente una empresa gasta en promedio US\$286 mil (RD\$10.9 millones) al año en servicios básicos y seguridad social, comparado con US\$110 mil (RD\$ 3.3 millones) en el año 2003<sup>3</sup>.

## **1.2 Características del Sector**

En el sentido más tradicional, una zona franca es un área geográfica delimitada dentro del territorio de un determinado país, en donde se desarrollan actividades industriales de bienes y de servicios, o actividades comerciales, bajo una normatividad especial en materia tributaria, aduanera y de comercio exterior. Las mercancías ingresadas en estas zonas se consideran fuera del territorio aduanero nacional para efectos de los impuestos a las importaciones y a las exportaciones.

El régimen de Zona Franca de Exportación (ZFE) fue concebido como un instrumento para promover la inserción de los países de América Latina y el Caribe en la economía internacional ante la presencia de un fuerte sesgo anti-exportador. <sup>2</sup> Las zonas francas han jugado un importante rol en la promoción y diversificación de las exportaciones, la atracción de inversión extranjera y la generación de empleo en muchos países de la región.

---

<sup>3</sup> Impacto Económico y Social de las Zonas Francas Una Visión de 360 Grados Adozona Septiembre 2012

Dentro del marco legal en República Dominicana, el sector de zonas francas es un conglomerado de empresas que operan bajo un régimen de incentivo fiscal amparado bajo la Ley 8-90, promulgada el 15 de enero de 1990 con el objetivo de fomentar el establecimiento de nuevas zonas francas, crecimiento de las existentes y promover una política dinámica de empleo desde el Estado. Dicha ley establece que *“[l]as empresas y personas físicas que se acojan a los incentivos de esta ley deben tener como objetivo destinar su producción y/o servicios al mercado externo y contribuir al desarrollo del país, aumentando la producción, generando fuentes de trabajo y divisas”*.

Asimismo, la Ley 8-90 establece tres tipos de zonas francas de acuerdo a su producción y ubicación, a saber: zonas francas industriales o de servicios (ubicadas en parques industriales), zonas francas de carácter fronterizo (frontera domínico-haitiana) y zonas francas especiales, ubicadas fuera de los parques<sup>4</sup>. Ver detalle en la sección 1.4.

### **1.3 Aporte de las Zona Franca**

Entre los aportes de la Zona Franca al país están la generación de empleo, aporte al producto interno bruto, aporte a la seguridad social entre otras, cabe destacar las siguientes categorías:

#### **1.3.1 Impacto Social**

Según la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares del año 2007 (ENIGH 2007), más de 80,000 hogares (alrededor de 335,000 personas) percibían ingresos del sector de ZF. Los ingresos de más de 26,000 de estos hogares dependían en un 93% de este sector. En más de 45,000 hogares, sus ingresos dependían en un 45% de las Zonas Francas y en 13,000, dependían en un 18%.

---

<sup>4</sup> Granados, Jaime (2005). "Las zonas francas de exportación en América Latina y el Caribe: sus desafíos en un mundo globalizado". Banco Interamericano de Desarrollo

Las ZF han permitido insertar al mercado laboral y mejorar los niveles de vida de dominicanos de estratos sociales bajos. Con respecto al estrato social al que pertenecen los empleados del sector, los resultados de la ENIGH 2007, apuntan a que éstos provienen inicialmente de estratos sociales bajo, medio y medio bajo.

Esto evidencia que las Zonas Francas ofrecen la oportunidad de insertar al mercado laboral formal personas con bajo nivel de capacitación, transformándolos en entes productivos en un mínimo de tiempo, representando un gran aporte a la estabilidad social del país.

Las ZF han tenido un impacto significativo con respecto a las oportunidades laborales para las mujeres. Informaciones estadísticas demuestran que las mujeres tienen una participación inferior a la de los hombres en el mercado laboral, como lo muestra el hecho de que para el 2011 las mujeres representaron el 41.7% de población ocupada. En las Zonas Francas el empleo es mayormente femenino (50.2%), evidenciando que el sector constituye una puerta de entrada efectiva al mercado laboral formal para la mujer dominicana.

Una mayor participación de la mujer en el mercado laboral se asocia como un elemento importante dentro de la eficiencia del mercado laboral, impactando así la competitividad del país. Las ZF son una red importante de apoyo para madres solteras jefes de hogar. Según la ENIGH 2007, las madres solteras jefes de hogar representan el 7.2% de la población total, mientras este porcentaje es de 13.9% para el personal ocupado por las Zonas Francas. Es indiscutible que las Zonas Francas le aportan a este grupo vulnerable de la población un empleo estable y formal.

Las ZF tienen un impacto positivo sobre la asistencia escolar y la calidad de vida. Según la ENIGH 2007, en los hogares cuyo ingreso depende en mayor proporción del sector de Zonas Francas, existía una mayor

propensión a que los hijos en edad escolar asistieran a la escuela (83% versus el 78% de aquellos hogares cuyos ingresos no dependen de este sector).

Asimismo, la mayoría de estos hogares residían en viviendas con características adecuadas: casas independientes construidas en blocks, pisos de cemento, con acceso a agua potable del acueducto, con gas propano como combustible para uso doméstico y en condiciones de no-hacinamiento<sup>5</sup>.

Las ZF son empresas socialmente responsables. Numerosas empresas de Zonas Francas han contribuido a la construcción y habilitación de escuelas, estancias infantiles y bibliotecas; apoyo técnico y financiero a las funerarias municipales, Centros de Bomberos y Defensa Civil; facilitación de becas estudiantiles; fortalecimiento de los equipos de laboratorios en algunos politécnicos; implementación de programas de incentivos a la asistencia escolar; desarrollo de iniciativas de pasantías para jóvenes que buscan insertarse laboralmente, dándoles acceso a capacitaciones dentro de las empresas de Zonas Francas, ofreciéndoles uniformes, transporte y comida, además de los entrenamientos pertinentes; celebración de jornadas de salud en las comunidades cercanas a los parques; donaciones de alimentos y medicamentos a los envejecientes de la comunidad; e involucramiento en el rescate de recursos naturales importantes para las zonas aledañas al parque industrial; entre otros<sup>6</sup>.

Asimismo se resalta el fomento del ahorro a través de cooperativas de empleados de Zonas Francas, así como la disponibilidad de servicios

---

<sup>5</sup> Impacto Económico y Social de las Zonas Francas Una Visión de 360 Grados Adozona Septiembre 2012

<sup>6</sup> Impacto Económico y Social de las Zonas Francas Una Visión de 360 Grados Adozona Septiembre 2012

médicos adecuados, a través de los centros de atención primaria creada en los parques y sus enlaces con los demás centros de salud a nivel nacional.

Los resultados del estudio evidencian que las ZF han ido más allá en el cumplimiento de los propósitos originarios que motivaron su creación. Las Zonas Francas fueron concebidas como motor de la generación de empleos formales, fomento de las exportaciones, generación de ingresos en moneda extranjera y transferencia de tecnología. Los resultados del estudio muestran que el sector ha sido muy exitoso en lograr estos objetivos. En adición, se ha comprobado que las Zonas Francas han jugado un rol relevante en la inserción en el mercado de trabajo de las mujeres, en la mejora del desarrollo humano en muchas comunidades y en la capacitación del empleado dominicano.

La capacidad demostrada por el sector para enfrentar crisis nacionales y situaciones adversas internacionales, colocan a las Zonas Francas como un sector fundamental en la economía dominicana ante la situación económica internacional que vivimos actualmente, y el logro de los objetivos establecidos en la Estrategia Nacional de Desarrollo 2010 - 2030.

### **1.3.2 Empleos**

Durante el año 2012, el sector zonas francas continuó siendo uno de los sectores que mayor número de empleos directos genera en la economía dominicana. Al finalizar el año, la cantidad de obreros, técnicos y personal administrativo empleados por las zonas francas alcanzó la cifra de 134,226, lo que evidencia un crecimiento de un 7.3% con respecto al año 2011, cuando la cifra ascendió a 125,117 empleos<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Impacto Económico y Social de las Zonas Francas Una Visión de 360 Grados Adozona Septiembre 2012

Dentro del sector zonas francas, la mayor ocupación laboral la continúa generando la actividad de Confecciones y Textiles, con un total 40,666 empleos directos, es decir el 30.3%. A ésta le siguen los sectores de Manufactura de Tabaco y Derivados con 21,211, para un 15.8%; **Productos Médicos y Farmacéuticos con 17,841, para un 13.3%;** Servicios con 16,867, para un 12.6%; Calzados y Componentes con 13,389, para un 10.0%; Productos Eléctricos y Electrónicos con 7,247, representando el 5.4%. El restante 12.6%, es generado por otras actividades.

Las empresas ubicadas en la Región Norte generan el 43.2% de los empleos de zonas francas; las ubicadas en el Distrito Nacional y Provincia Santo Domingo generan el 27.9%; las instaladas en la Región Sur generan el 14.8% y las ubicadas en la Región Este generan el 14.2%. Asimismo, el 78.6% de los empleados está concentrado en la categoría de obreros, el 14.4% en la categoría de técnicos y el 7.0% restante es personal administrativo<sup>8</sup>.

### **1.3.3 Exportaciones y Divisas Generadas**

El valor de las exportaciones del sector Zonas Francas alcanzó, durante el año 2012, la suma de US\$4,987.9 millones, lo cual evidencia un crecimiento relativo de un 2.1% comparado con el año anterior. Esta cifra pone en evidencia la preponderancia que continúa teniendo el sector Zonas Francas dentro de la estructura exportadora nacional, pues la misma representa el 55% de las exportaciones totales del país.

Las exportaciones de Confecciones y Textiles representaron el 25.6% de las exportaciones totales del sector zonas francas (US\$1,278.1 millones), siendo la actividad de mayor valor exportado; le siguen **Productos Médicos y Farmacéuticos, con el 24.6% (US\$1,228.4 millones);** Productos Eléctricos y Electrónicos, con un 13.0% (US\$650.9 millones);

---

<sup>8</sup> Informe Estadístico 2012 Zonas Francas



Tabaco y Derivados, con 10.2% (US\$506.4 millones) y Joyería, con un 9.0% (US\$449.5 millones); Calzados, con 8.1% (406.5 millones). Respecto de la cantidad de divisas (Gastos locales) generadas por el sector durante el año 2012, la cifra ascendió a US\$ 1,298.2 millones. Comparado con el año anterior, cuando se generaron US\$ 1,163.5 millones, hubo un crecimiento de 11.6%<sup>9</sup>.

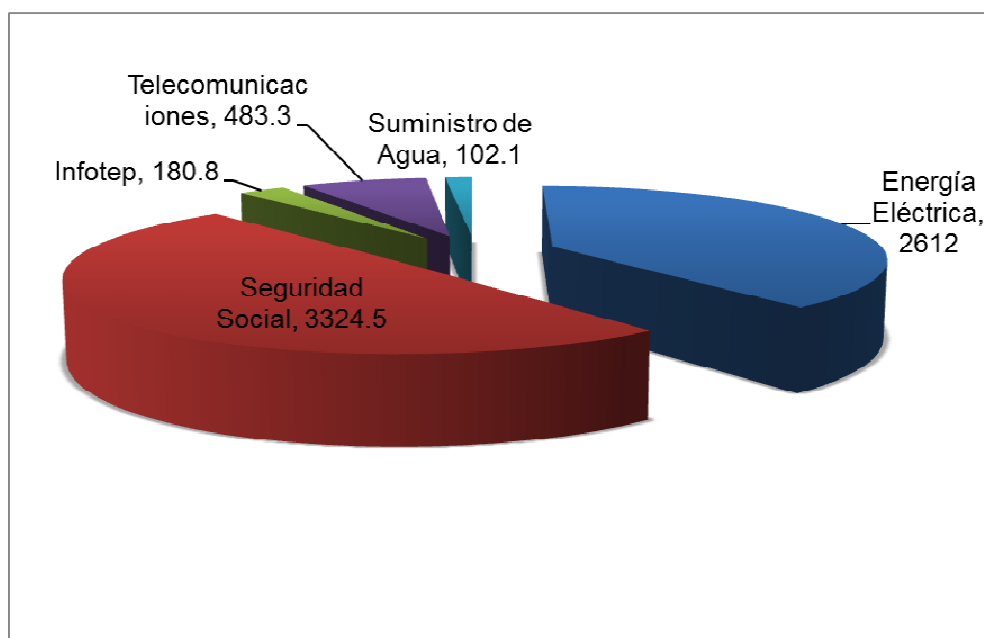
#### **1.3.4 Pagos por Servicios (aporte al sistema del gobierno)**

Los pagos por servicios son los aportes que realizan las empresas de Zonas Francas a instituciones públicas y privadas para cubrir los servicios que reciben de las mismas. Dentro de este contexto, se recogen los aportes al Sistema Dominicano de la Seguridad Social (SDSS), al Sistema Eléctrico Nacional, al INFOTEP, a las Compañías de Telecomunicaciones y al servicio de suministro de Agua.

En el año 2012, las empresas pagaron un total de RD\$6,702.7 millones por concepto de los referidos servicios. Ver detalle en el siguiente gráfico:

---

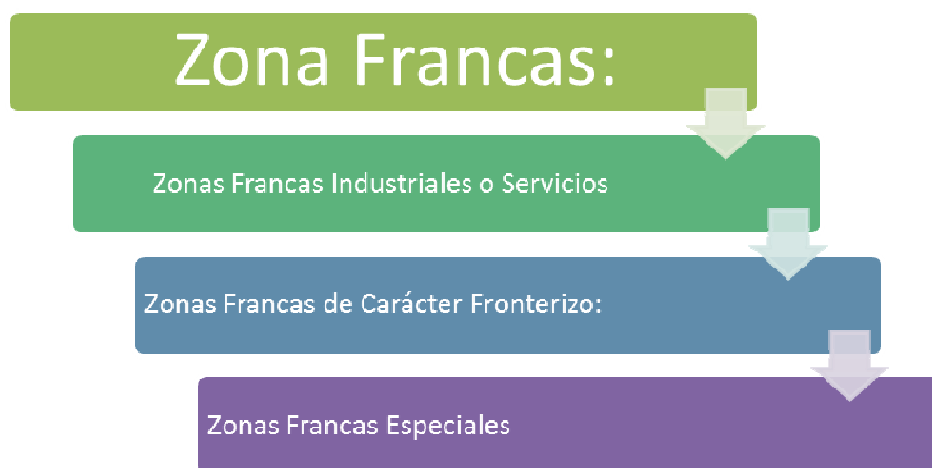
<sup>9</sup> Informe Estadístico 2012



**Gráfico1** Pagos por Servicios: monto representado en millones de pesos RD\$.

## 1.4 Tipos y Clasificación

1.4.1 Los tipos de Zonas de Franca según la LEY 8-90 son:



### 1.4.2 Clasificación de las Zonas Francas

Se clasifican en:

#### **Zona Franca de Carácter Fronterizo**

"A las que se otorgan incentivos especiales. Estas Zonas Francas deberán ubicarse...línea fronteriza que separa la República Dominicana de la República de Haití."

#### **Zonas Francas Especiales**

"Las que por la naturaleza del proceso de producción requieran el aprovechamiento de recursos inmóviles cuya transformación se dificultaría si las empresas no se estableciesen próximo a las fuentes naturales o cuando la naturaleza del proceso o las situaciones geográficas económicas e infraestructurales del país las requieran.

El Reglamento de la Ley 8-90 fue creado mediante el decreto No.366 del 29 de agosto de 1997. Su aprobación permitió que empresas pudieran instalarse dentro de los parques industriales, como zonas francas industriales o de servicios, siempre que estén dedicadas al almacenaje para la consolidación y exportación, así como aquellas orientadas a la distribución y/o terminaciones de bienes o mercancías, entre otras.

#### **Dentro de la Producción**

La producción de las zonas francas en la República Dominicana está concentrada en siete actividades principales: confección de textiles, productos eléctricos, artículos de joyería, **productos farmacéuticos,** **equipos médicos,** manufactura de calzado y manufactura de tabaco.

Nuestro principal mercado o destino de exportación de estos productos es Estados Unidos con alrededor de un 95% para los años 90; disminuyendo la misma a un 74% para el año 2012, surgiendo Haití como destino

importante de nuestras exportaciones del sector (11%) debido a la Ley Help, aunque el destino final sigue siendo Estado Unidos.

De acuerdo al tipo estas pueden clasificarse en siete actividades de producción principales:

1. confección de textiles,
2. productos eléctricos,
3. artículos de joyería,
- 4. productos farmacéuticos,**
- 5. equipos médicos,**
6. manufactura de calzado y
7. manufactura de tabaco.<sup>10</sup>

Por lo que nuestra empresa está entre en las actividades de producción 4 y 5. En el siguiente capítulo se desarrollará de forma más amplia la historia de la misma y se iniciará el proceso de detalle sobre el concepto de manufactura.

---

<sup>10</sup> Fuente: Censo Económico del Sector de Zonas Francas: Banco Central de la República Dominicana, Departamento Internacional, Enero 2014, Resumen Ejecutivo.

## **CAPITULO II: GENERALIDADES DE LA EMPRESA DISPOSITIVOS MEDICOS**

En este capítulo se podrá ver de manera extensa y detallada la historia de la empresa y algunos de sus objetivos y el fin para cual existe.

### **2.1 Reseña Histórica:**

La tecnología médica moderna (la aplicación de los dispositivos médicos), originada en la primera mitad del siglo XIX, experimentó su avance más intenso en los últimos 50 años. En poco tiempo, los dispositivos médicos se han convertido en parte fundamentales de la atención de salud y un componente vital de las numerosas actividades que realizan los proveedores de atención sanitaria en su labor para diagnosticar y tratar a personas con afecciones médicas y para aliviar los problemas de las personas con discapacidades funcionales.

Los aspectos principales y cruciales de los dispositivos médicos son el: suministro, la reglamentación, y la innovación. Los tres aspectos influyen en la disponibilidad, la accesibilidad, la idoneidad y la asequibilidad.

Debido al auge de estas tecnología a nivel mundial para el año 2005 el “Global Harmonization Task Force (GHTF o grupo de trabajo internacional para la armonización), estableció la definición de Dispositivos Médicos como todo instrumento, aparato, utensilio, máquina, implante, reactivo in vitro o calibrador, software, material o producto similar o relacionado que no logra el efecto principal perseguido en o sobre el organismo humano por medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Fuente: Organización Mundial de la Salud: Dispositivos Médicos: La Gestión De La Discordancia; un resultado del Proyecto sobre Dispositivos Médicos Prioritarios, 2012.

Nuestra empresa nace como un laboratorio en el año 1940, desarrollando diferentes tecnologías para la recolección de componentes sanguíneos hasta convertirse en la actualidad como una sólida y fuerte empresa pensando en la salud, cuidado y mantenimiento de la vida para los pacientes más necesitados y estado grave o terminal.

## **2.2 Organización**

Nuestra estructura de forma general es matricial por las siguientes razones:

Estamos divididos por funciones y productos.

Contamos una dirección general

Diferentes departamentos de apoyo a las áreas de manufactura.

Tenemos casi matriz para la canalización de los proyecto

En cuanto a la visión, misión y objetivos de la empresa se encuentran detallados en el anteproyecto anexado este trabajo. Ver anexo #1.

Contamos con un alto prestigio a nivel mundial por la alta calidad en nuestros productos. Somos una empresa dedicada a salvar las vidas de las personas. Además, estamos comprometidos con el medio ambiente y la comunidad.

Como organización contamos con políticas y procedimientos que son cumplidas a cabalidad y nuestro personal se siente motivado de pertenecer a esta gran familia.

Cabe destacar que somos una empresa regulada por organismos internacionales como la FDA "Food Drug Alimentation", TUV y otras agencias reguladas. En adición, estamos certificados ISO y OSHA.

## **2.3 Nuestros Procesos**

Los procesos en la industria de Dispositivos Médicos son manufacturados en áreas controladas con una serie de requisitos regulatorios que exigen las agencias. No obstante, todo proceso se debe medir, controlar y mejorar para obtener más productividad.

Por lo que, podemos definir de forma general Qué es Proceso: Es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) con un fin determinado. Este término tiene significados diferentes según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice<sup>12</sup>. Para este caso aplicaremos esta definición.

Se ha apreciado a largo de dos estos capítulos la importancia y los aportes que realizan las Zonas Francas de la República Dominicana y como dentro de esta rama nos encontramos con el Médico o de Salud. Ahora bien estos capítulos fueron el preámbulo para dar inicio la real aplicación de la Metodología Manufactura Esbelta.

En el siguiente y último capítulo estaremos explicando la parte teórica y práctica de la Manufactura Esbelta, se detallaran los procesos en su forma actual y su forma mejorada después de la implementación.

---

<sup>12</sup> <http://www.buenastareas.com/ensayos/Procesos-De-Manufactura/1447492.html>

### **CAPÍTULO III: IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA DE MANUFACTURA ESBELTA PARA EL PRODUCTO COLECCIÓN DE COMPONENTE DE LA SANGRE.**

De acuerdo al tipo de zona franca que somos Industriales y con clasificación de **producción de equipos médicos y productos farmacéuticos**, debemos producir a gran demanda y embarcar a gran escala. Nuestro país y la estructura que tenemos como planta nos permite manufacturar a bajo costo y con mano de obra relativamente barata.

El proceso de manufactura actual no cuenta con una secuencia de flujo apropiada por lo cual existe un alto inventario de producto en línea y estaciones de inspecciones que no agregan valor.

#### **3.1 Principios tradicionales de producción.**

Para el desarrollo de este proyecto de tesis será necesaria la aplicación de varias técnicas de la Manufactura Esbelta a una línea de ensamble demostrativa configurada en términos de la manufactura tradicional, por esta razón es importante realizar una revisión de los fundamentos teóricos que rigen a cada una de estas técnicas con el fin de apreciar la importancia de cada una y los beneficios que representa la adopción de cada una para los problemas de producción y desperdicios en las líneas de producción. De otro lado la exposición de los principios tradicionales de manufactura (aún muy generalizados sobretodo en procesos productivos en nuestras empresas) es importante ya que es en estos términos que se ha diseñado la línea demostrativa.

Por lo, tanto se empezará por dar una exposición de los principios tradicionales de producción:

Básicamente, la producción ha sido concebida de manera tradicional desde la perspectiva de Henry Ford con el sistema productivo que empleaba en su línea de ensamble “En masa”. El fundamento que rige



este concepto o forma de operar, consiste en que, para que un producto sea elaborado, debe ser transformado a partir de una larga línea de producción constituida de subestaciones por las que deberá pasar el artículo para que se le ensamble una nueva parte del total las que lo constituyen, para que después de completar el ensamble de todas las partes constitutivas del producto (habiendo pasado lógicamente por todas las subestaciones de la línea de ensamble) se obtenga el producto terminado.

Complejidad, este es un aspecto muy importante a considerar, ya que las líneas de ensamble tradicional cuentan con flujos *muy complicados* puesto que la distribución de las estaciones de trabajo no están *casi siempre* ordenadas de acuerdo a la forma más óptima en que puede ser producido el artículo, por razones diversas, que van desde un mal diseño de la planta y la falta de proyección a las ampliaciones futuras, hasta cuestiones conceptuales del propio diseño del producto. Esto causa la evidente confusión y falta de los controles respectivos, además se pierde la comunicación ente los operarios entre las subestaciones.

En la forma tradicional la planificación de la producción se la realiza tomando como piedra angular a los *pronósticos*, por lo que las empresas manufactureras tienden a producir “para Stock” y muchas veces hasta “por si acaso”, esto es causante de que se tengan enormes Almacenes repletos de productos terminados e incluso de materias primas, lo que aumenta el costo de mantenimiento de los inventarios e incluso obsolescencia de los productos entre otros aspectos de espacio y seguridad.

Se deriva la mala utilización del espacio, generando que el transito dentro de la empresa sea complicado y prime la urgencia de hacer “más grande” las instalaciones de la planta y sus Almacenes *sobretudo*. Este es un

aspecto muy importante debido a que la optimización del espacio es uno de los fundamentos más importantes en el diseño de plantas por que el desperdicio de espacio injustificadamente genera elevadísimos costos en ampliaciones y mantenimiento de edificaciones que tarde o temprano deberán ser replanteadas o en pocas palabras destruidas para ser reorganizadas, sin mencionar que incluso pueden ser requeridas para sobrellevar eventos coyunturales que luego de desaparecer dejan los famosos “elefantes blancos” en las plantas y que son fuente de muchos elementos de inseguridad industrial y física en muchos casos.

Uno de los puntos más importantes a considerar es el tamaño *grande* de los lotes de producción que genera entre otros, dos situaciones relevantes en la producción, y estos son: Excesivo *inventario en proceso WIP*, ya que los lotes son muy grandes, para que un lote de producción pase a la siguiente fase de proceso productivo, deberá esperar mucho *tiempo* en la estación anterior siendo procesado y congestionando la circulación de los agentes implicados en la producción por estar almacenado en dicha estación” todo un lote de producción”, incluso. De lo anterior se deriva de manera lógica la segunda situación, y es que se hace alto *el tiempo de producción*, ya que para que el primer lote de producción (“*el gran lote*”) salga se deberá esperar un tiempo muy prolongado hasta después que sea procesado en las distintas estaciones de trabajo distribuidas a lo largo del proceso productivo. Con esto se pierde en gran medida el *tiempo de respuesta* con que la empresa puede cumplir sus compromisos a los clientes, además que la misma actividad de “esperar” no genera *valor agregado* al producto y más bien por el contrario lo encarece.

Finalmente, mencionamos los aspectos de calidad que en la manufactura tradicional están orientados a *la inspección* de lotes de producción *al final de la línea de producción o al producto terminado*, esta es una práctica muy común y que genera que productos defectuosos pasen por toda la

línea productiva, hasta convertirse en productos terminados, que por haber acumulado uno o más defectos en las distintas estaciones de trabajo no están acorde con los requerimientos del cliente, defectos que como se menciona son detectados solamente al final e incluso muchas veces son detectados por cliente cuando se apresta a utilizarlo. Este es un grave enfoque que genera entre otras cosas un alto reproceso y en el peor de los casos desperdicios no re-procesables (lo que implica en uno u otro caso costos altísimos en tiempo y dinero), pero aún más grave considero el costo que se genera cuando se presenta el segundo caso, o sea que el cliente detecte los problemas ya que además del costo por el producto “malo”, está el costo derivado de la satisfacción del cliente, de reposición e incluso pérdida del cliente que es lo más terrible para una empresa manufacturera.

Con este rápido enfoque acerca de los fundamentos y elementos que caracterizan a las líneas de producción tradicionales y la inclusión de algunos comentarios acerca de los problemas que presenta estos, es tiempo de revisar las técnicas de la denominada Producción Esbelta.

### **3.2 Fundamentos teóricos de técnicas de mejora para los procesos productivos.**

#### **¿Qué es Manufactura Esbelta?**

Según la definición que publica Karla Pineda Mandujano en un trabajo “Manufactura Esbelta” son varias herramientas que le ayudará a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere.

La Producción Esbelta que hoy conocemos se centra de manera específica en la erradicación total de los “desperdicios” desde la perspectiva amplia que incluye a las actividades que no generan valor agregado en otras palabras *eliminar todo tipo de desperdicios*.

En esta parte es necesario mencionar al “Pensamiento Esbelto”, que es la clave para emprender un programa de Manufactura Esbelta en las empresas, y es un concepto simple pero que es muy difícil de entender y más aun aplicar para la mayoría de las personas en las plantas debido a que definitivamente implica un cambio en la manera de trabajar con respecto a lo que se venía haciendo, y esto evidentemente genera *temor* en los trabajadores no solo operativos sino incluso mandos medios y altos cuando no han sido orientados correctamente respecto a lo que se busca con las prácticas *Esbelta* s. Y es que el pensamiento esbelto es en síntesis *sustituir* los mandos por liderazgos, o sea que los gerentes y mandos medios *oigan* a todos los implicados en los procesos productivos, que se fomente el hábito de delegar, en fin ser “líderes” de las organizaciones y sus procesos.

Es importante anotar el enfoque que este concepto conlleva, así se enumeran algunos:

- El “valor” es dictado por el cliente, o sea que el valor agregado no puede ser definido por los agentes internos de la empresa, sino que tienen que ser definidos por las necesidades expresas del cliente.
- Eliminar los *desperdicios* basándonos en la búsqueda y erradicación de aquellas actividades que no agregan valor al producto (considerando que podrían existir algunos que por la naturaleza de los procesos o el producto, sean inevitables).

- La distribución del proceso es un pilar de la Manufactura Esbelta, pues busca que seamos capaces de generar un flujo tal que la cadena logística de los materiales hasta su conversión a productos terminados sea armoniosa y con “valor”.
- Otro aspecto importante es generar mecanismos tales que los clientes mediante sus pedidos sean los gestores de la planificación de la producción y no pronósticos a largo plazo de las ventas.
- Y el pilar más importante, *la mejora continua*, que sugiere la posibilidad de mejorar, de manera indefinida nuestros procesos y es en si la clave de la competitividad en la actualidad donde los cambios e innovaciones constantes provienen desde cualquier parte del mundo y nos afectan directamente.

Se ha hablado que la Manufactura Esbelta centra el fuerte de su propósito en la eliminación de desperdicios desde la perspectiva de todo aquello que no le agrega valor al producto sean estas actividades, tecnología, operaciones y demás. El Dr. Barcia en su “Modelo para Mejorar Sistemas de Producción Industriales” anota las siguientes definiciones de los desperdicios presentes en las empresas:

**Desperdicio de Sobreproducción.**- Es la producción en exceso, anticipada o acelerada que se hace de parte de una estación a otra en el proceso.

**Desperdicio de Inventario.**- Es cualquier inventario en exceso que existe de una parte en la cadena logística del proceso productivo.

**Desperdicio por Defectos.**- Son los desperdicios que se dan por la realización de productos defectuosos, esta definición incluye las actividades de inspección y reproceso.

**Desperdicios por Proceso.**- Son todos aquellos esfuerzos, actividades y demás que se emplean para realizar el producto y que sin embargo no le agregan valor agregado al producto desde la perspectiva del cliente.

*Desperdicio por Espera.*- Es todo aquel tiempo empleado para esperar algo, en el proceso de producción.

**Desperdicio de Recursos Humanos.**- Este desperdicio se define como aquella no utilización óptima del potencial de los trabajadores: físico, habilidades, conocimiento y demás.

**Desperdicio de Movimiento.**- Este es el desperdicio que se genera por los movimientos ya sea de los operadores o máquinas y equipos en la planta que no agregue valor al producto en el proceso.

**Desperdicio de Transporte.**- Se considera desperdicio de transporte a la *transportación* de la que son objeto los productos e información alrededor de la planta y que definitivamente no agregan valor al producto.

**Desperdicio de Materiales y Recursos Naturales.**- Son todas aquellas cosas que en el proceso o después de él, no pueden ser reducidas o reprocesadas.

Pero para saber cuál es el alcance práctico de la Producción Esbelta, y entenderla en su aplicación, es necesario conocer las técnicas de las que se vale para cumplir su cometido, y para esto se efectúa a renglón seguido una síntesis teórica de cada una de las técnicas de la

Manufactura Esbelta más relevantes para la eliminación de los desperdicios.

### **3.2.1 5's**

Las 5's es otro concepto que se da cuando hablamos de producción Esbelta , esta técnica trata fundamentalmente de las áreas de trabajo, su funcionalidad, limpieza, ordenamiento y todo lo que produzca un ambiente de trabajo más agradable y óptimo para que las actividades diarias sean cumplidas de la mejor manera por quienes las usan.

#### **¿Pero cuáles son las 5S y que significan?**

Las 5Ss se derivan de las palabras japonesas:

- Seiri - Seleccionar
- Seiton - Todo en Su lugar
- Seiso - Súper Limpieza
- Seiketso - Estandarización
- Sitsuke – Sostenimiento

A continuación se presenta una descripción de que buscan cada una de las 5Ss que al aplicarlas sistemáticamente en el orden descrito, producen los resultados que se mencionó en el concepto anotado. A continuación se describe cada una de las 5S en su significado:

#### **Seiri – Seleccionar,**

Esta es la primera “S” y se refiere a que se deberá clasificar o segregar y luego que cosas son necesarias y/o útiles para que se desarrollen las actividades propias de determinado puesto de trabajo.

Existen algunas formas de realizar lo anotado, sin embargo la operación más recomendada por los estudiosos de esta técnica, mencionan al **“etiquetado en rojo”** como la más usual y útil. El etiquetado en rojo consiste en crear un área de almacenamiento provisional, para situar a los elementos que resulten de un proceso de etiquetado previo consistente en colocar una etiqueta roja en los artículos considerados innecesarios para realizar el trabajo en la estación determinada. Luego se efectúa una valoración de los artículos depositados en el área provisional y etiquetados) para determinar cuáles son reutilizables y cuáles no, en el caso de los reutilizables se les da el uso que se consideró al momento de valorarlos como reutilizables, mientras que a los “inútiles” se los desecha.

El proceso de seleccionar está encaminado a que la empresa sea capaz de entre otras cosas, de las siguientes cuestiones:

- ❖ Reconocer y segregar todos aquellos artículos que se encuentran en el área de trabajo y que son reconocidas como útiles o no y claro aquello que ayuda a la consecución de las actividades cotidianas.
- ❖ Se organizan las herramientas y demás elementos de acuerdo a su uso frecuencia y demás.
- ❖ Se libera espacio, con el escogimiento de lo realmente necesario de lo que no lo es.
- ❖ La información tiene también una importante componente en esta “S”, ya que también la toma en cuenta al momento de clasificar aquella información de útil y/o necesaria de la que no lo es. Este es un aspecto muy importante ya que el exceso de información y sobre todo cuando un alto porcentaje de esta es innecesaria, podría traernos confusión e incluso problemas en la toma de decisiones basada en esta información.



## **Seiton - Todo en Su lugar,**

En esta etapa se trata de que todos aquellos artículos, elementos, etc., que resultaron “útiles” o “necesarios” en el paso anterior sean puesto en los lugares más adecuados para su uso y utilización. Además mejorar la visualización de las herramientas, máquinas y demás equipos necesarios para el desarrollo normal de las actividades en el puesto de trabajo, con esto se pretende eliminar las operaciones “innecesarias” de búsqueda de las herramientas y todos los artículos descritos. Para este menester se recomienda en gran medida la utilización de áreas delimitadas con pintura para ubicar los elementos en ese lugar especificado, otra práctica muy útil es dibujar la silueta de las herramientas sobre la pared o el lugar donde se almacenaran las herramientas, con esto se garantiza que las herramientas sean no solo dejadas en un lugar específico, sino además localizadas siempre en el mismo lugar. Se recomienda la utilización de repisas u otros mecanismos que surjan de acuerdo a la iniciativa de la empresa y las realidades que la envuelven ya que cada empresa tiene sin duda diferentes necesidades y problemas que deben ser resueltos según sea el caso. En resumen en esta “S” se busca entre otras cosas que:

- Se cuente con lugares específicos para cada cosa en el área de trabajo.
- De lo anterior se elimina la “improductiva” actividad de búsqueda, ahorrando tiempo considerable en la realización de las operaciones cotidianas.
- Identificar los sistemas que intervienen en la producción, tal es el caso de las tuberías, áreas de tanques etc.
- Lograr organización y limpieza de la planta.
- Conocimiento de las máquinas y herramientas por parte de los operarios.

### **Seiso - Súper Limpieza,**

**Seiso**, efectivamente significa “limpiar” las áreas de trabajo con todo lo que está implica, o sea máquinas herramientas, etc. Sin embargo el enfoque que se da en esta técnica no simplemente la cierta labor de limpiar, sino que esta vista desde la perspectiva de *mientras se limpia* llevar a cabo labores de inspección de mantenimiento y demás, que conduzcan a la solución de problemas, identificación de posibles averías etc. Y claro la búsqueda de nuevas formas de operar y posibles aplicaciones para evitar que se dé la *suciedad* en el área de trabajo. Para la correcta aplicación de o descrito se deben tomar en cuenta algunos considerandos o paradigmas que se contienen en el eco de sugerir ***la limpieza.***

- Hay que suprimir el concepto de que existe personal específico de limpieza y otro distinto para la operación y mantenimiento.
- De lo anotado se debería incluir en las actividades diarias de los operadores las actividades de limpieza e inspección.
- Como se ha mencionado en la definición dada, crear la conciencia de que “limpiar no es solo limpiar, sino también inspeccionar” y claro proponer alternativas de mejora y solución de problemas.

### **Seiketsu – Estandarización,**

La estandarización es en una fase muy importante en la consecución de esta técnica, ya que solo se llega a ella a través del trabajo acucioso de las anteriores “S”. Aquí se pretende que se creen los estándares de

limpieza necesarios para que las actividades de limpieza sean generales para los operarios, es importante que a estas alturas del sistema, los obreros sean quienes lleven a cabo la elaboración de normas, de los mismos estándares de que hablamos. Lo más importante es que todos estén comprometidos en la implantación de los hábitos de limpieza (vistos desde la óptica que hemos explicado), así que se deberá empezar a trabajar en el aspecto psicológico de crear conciencia en cada uno de los actores involucrados en la limpieza y demás aspectos.

Se recomienda mucho que para apoyar este nivel de la técnica la empresa haga uso de algunas prácticas como son fotografías que muestren el área de trabajo graficando básicamente lo siguiente: La situación en que se encontraba antes de la aplicación de la primera S, luego fotografías que muestren como se encuentra el sitio después de que se ha trabajado en lo concerniente a la aplicación de la técnica y como si ha dado fruto el trabajo y disciplina a lo largo del tiempo de aplicación. De las últimas fotografías, se deriva el Hecho de que es el nuevo estándar del lugar, o sea “como debe permanecer clarea de trabajo”.

Con todo esto se persiguen algunos aspectos que entre los más destacados podríamos anotar los que se muestran:

- Indudablemente mantener el área de trabajo limpia y ordenada, como ha resultado de la aplicación de las primeras S.
- Que la creación de los estándares estén acompañados de la elaboración de normas que contengan entre otra información, tiempos para la actividad y las medidas de seguridad necesarias.

- El necesario monitoreo de que se estén cumpliendo los estándares establecidos y todo lo relacionado en si a la aplicación continua de lo logrado hasta aquí con la aplicación de la técnica.

### **Sitsuke – Sostenimiento,**

Esta es la etapa que considero más importante siendo la de menor actividad operativa, desde el punto de vista de la aplicación de actividades para lograr el objetivo, ya que aquí es donde la empresa deberá demostrar que lo hecho hasta ahora se mantenga a lo largo del tiempo y así poder verse beneficiada por todos lo que propone las “5S’s”. Aquí se establece que la empresa (el personal y las infraestructuras) estén en completa armonía con lo descrito en la técnica, o sea que se establezca la disciplina en el cumplimiento de las normas y estándares creados para el efecto. Es importante que se generen mecanismos de control periódico e incluso no programados para verificar al habitual desempeño de las labores orientadas a los estándares.

Hay que recordar que la clave de la implantación de cualquier técnica o sistema de mejora en las empresas debe luego de su parte operativa, contar con el *sostenimiento* debido de lo logrado, es así que la constancia y la disciplina debe ser un pilar importante e infaltable como punto culminante ya que por la experiencia en muchas empresas el boom de la implantación de una nueva forma de trabajar y los beneficios inmediatos e incluso el no sentir la llegada de los beneficios previstos en el corto plazo, hacen que se desista de las prácticas a las que se llegó luego de la implantación de las técnicas “grave error”. Por lo que el sostenimiento de la técnica y la disciplina deben ser permanentes y servir para la mejora continua pues está muy entrelazada con esta última.

### 3.2.2 Justo a Tiempo

Al sistema Justo a Tiempo (JIT), se define como una técnica de la Manufactura Esbelta encaminada a la eliminación de desperdicios y direcciona sus mejores esfuerzos al combate en pos de la reducción de desperdicios. Una definición de JIT se encuentra en *Administraciones de Producción y Operaciones de Chase, Aquilano & Jacob 8va edición*.

El JIT, justo a tiempo, es un conjunto integrado de actividades diseñadas para lograr un alto volumen de producción, utilizando inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados.

O como muchos autores resumen “Fabricar lo que se necesita, cuando se necesita en la cantidad que se necesita.

En el JIT busca que no existan ningún tipo de cantidades excedentes de producción ni inventario de seguridad. Para esto la técnica exige que se desarrollen fuertes relaciones comerciales y de calidad con los proveedores, altos niveles internos de calidad, sólidas relaciones con los vendedores y muy importante es que la demanda de los productos terminados sea de tipo “muy predecible”.

El JIT supone que solo se producirá una unidad más del producto, si es que la última ya fue vendida o pasada a una estación subsiguiente (en el caso del proceso productivo). La mecánica que se sigue es que al ser vendido un artículo, se genera de manera automática una orden en la línea de producción para que sea repuesta la unidad vendida, sin embargo al ser entregado el producto este (el último eslabón del proceso productivo) genera a su vez una nueva orden a la estación inmediatamente anterior para reponer en sí, la unidad que completo por concepto de la unidad vendida. Cuando el proceso tiene un estatus de

madures muy alto, los vendedores incluso comprometen productos terminados a sus clientes con una frecuencia que en algunos casos llega ser de varias entregas el mismo día, con esto las típicas Almacenes de producto terminado llegan a convertirse en meras Almacenes de transito del producto terminado. Esto genera por añadidura que la empresa experimente beneficios que van desde la evidente disminución de costos en manejo de inventario, se reducen los tiempos de entrega y entre otras se detectan más rápidamente los problemas eventuales de calidad.

En la figura se muestra de manera esquemática el fundamento general de cómo opera el JIT.

El JIT se sustenta en siete pilares que deberían ser los cimientos sobre los cuales se levanta las técnicas para su aplicación correcta y que garantice el conseguir los beneficios invaluable que traerá a la empresa estos pilares son:

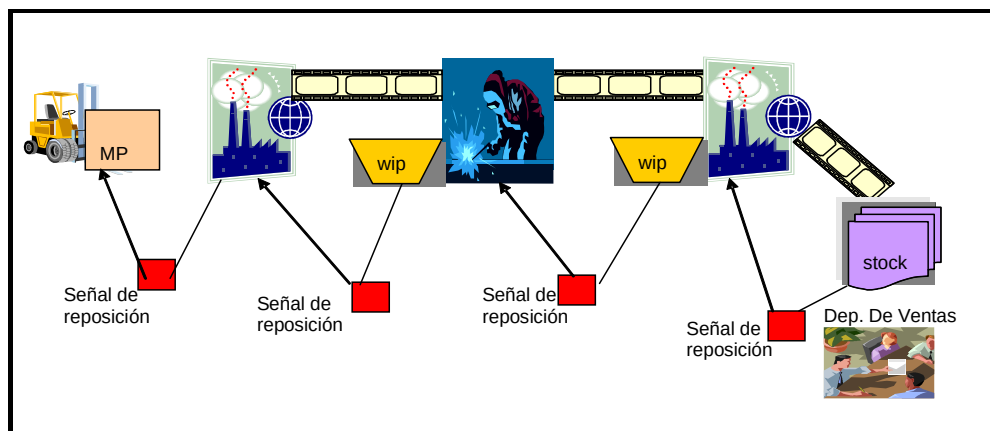


FIGURA 1

## Funcionamiento del Sistema Justo a Tiempo

**Trabajar para que la oferta sea igual a la demanda.-** En este pilar se propone que la empresa sea capaz de producir lo que el “cliente pida”

con un tiempo de entrega muy cercano a “CERO”, ósea trabajar con alta confiabilidad como proveedores.

**Eliminar los desperdicios.**- Ya se ha analizado que desperdicio es *todo aquello que no agrega valor*, se propone que estos desperdicios sean eliminados enfocando los esfuerzos en la erradicación de las causas raíz que provocan dichos desperdicios. Para esto es imprescindible que se efectúen análisis en las células de producción.

Karla Pineda Mandujano, propone la siguiente tabla que contiene una muy buena clasificación de los desperdicios que no solo el JIT busca eliminar, sino toda la Manufactura Esbelta tomada como la matriz de las técnicas de eliminación de desperdicio, adicionalmente se sugieren las medidas de carecer general que se debería ensayar toda vez que se conocen las causas raíz de cada uno de los desperdicios enumerados:

**TABLA 1**  
**TIPOS DE DESPERDICIOS Y COMO ELIMINARLOS**

| <b>Desperdicio</b>     | <b>Forma de Eliminarlos</b>                                                                                                                                                                |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sobreproducción</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo sólo lo necesario</li> </ul>                      |
| <b>Espera</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sincronizar flujos</li> <li>- Balancear cargas de trabajo</li> <li>- Trabajador flexible</li> </ul>                                               |
| <b>Transporte</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo / transporte</li> <li>- Racionalizar aquellos que no se pueden eliminar</li> </ul> |

|                              |                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Proceso</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar si todas las operaciones deben de realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad el producto / servicio</li> </ul>              |
| <b>Inventarios</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acortar los tiempos de preparación, de respuesta y sincronizarlos</li> </ul>                                                                            |
| <b>Movimiento</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar</li> </ul>                                              |
| <b>Productos defectuosos</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar el proyecto para prevenir defectos, en cada proceso ni hace ni aceptar defectos</li> <li>- Hacer los procesos a prueba de tontos</li> </ul> |

**Producir en base a un flujo continuo y no por lotes.-** Se pretende que los tiempos de entrega sean cercanos a cero como ya se propuso, con esto se procurara que se produzca solo lo que el cliente requiera en un momento X en el tiempo, y no se deba producir lotes con una cantidad de unidades de productos determinada, esto hace que la empresa se deshaga de los inventarios tanto de productos en proceso como los de producto terminado, es más se sugiere que la empresa no tenga inventarios de producto terminado.

**Mejora Continua.-** La empresa deberá estar comprometida y además desarrollar programas constantes de mejora continua en todas las áreas de la empresa y no solamente en los procesos de producción, recordemos que la mejora continua no es una cuestión de unos pocos sino de todos quienes forman parte de la empresa ya sea desde una perspectiva directa o indirecta.



**Respeto por la Gente.-** Es evidente que los encargados de que todos los planes o técnicas que se intenten aplicar en una industria son ejecutados no por quienes los idean o lideran precisamente, sino que en la parte operativa son ejecutados por “los obreros”. Es por esta razón que el JIT se sostiene gracias a que las empresas miran de manera más seria a sus obreros, dándoles estabilidad laboral, capacitación, integrándolos a los grupos de trabajo y escuchando sus sugerencias para la mejora, además hace hincapié que estos empleados tengan destrezas múltiples para las actividades productivas.

**Eliminar la Sobreproducción.-** La sobreproducción es una práctica muy generalizada en las plantas industriales, ya que ofrece la cierta posibilidad de ocultar cualquier tipo de ineficiencia en el proceso productivo de marea eventual o simplemente poder cumplir con los plazos establecidos con el cliente, sin embargo como se anotó solo se logra ocultar las ineficiencias por un cierto tiempo. El JIT promulga que la sobreproducciones un desperdicio y como tal hay que eliminarlo, así que los stock de productos terminados deben ser en lo posible iguales a “cero”, para esto el apoyo de otras técnicas que ayudan a mejorar los procesos, cambios rápidos de maquinarias etc. son muy útiles.

**Planeación con miras en el futuro.-** La empresa debe fijar sus metas en el futuro y no en cuestiones coyunturales del mediano y menos aún del corto plazo. Se debe realizar evaluaciones integrales de los sistemas de la empresa, yendo desde las ventajas que podemos conseguir del Hecho de contar con personal altamente calificado, hasta cuestiones más complejas como la distribución de la planta y de los procesos productivos, forma de operación y el exigir ser proveídos de suministros y materias primas confiables, de calidad y al tiempo previsto.

### 3.2.3 Sistema Pull.

El sistema Pull (jalar) es una técnica o un sistema precisamente, mediante el cual se pretende que los productos se desplacen dentro del proceso productivo, obedeciendo a los dictámenes que determine el cliente. El sistema Pull se enfoca en la administración de los materiales, o sea que sea pasado solo la cantidad necesaria de materias primas de una estación a otra, tal que se pueda reponer la unidad usada por la estación posterior. El sistema propugna que el número de unidades que circulen en el proceso o el “tamaño del lote” sea el óptimo de “UNO”, con un tamaño de lote pequeño (que tienda a uno), la práctica de lo anotado trae múltiples beneficios, podríamos mencionar el hecho de que se reduce la obsolescencia de los productos, se bajan de manera radical los inventarios de productos en proceso y evidentemente los productos terminados, se maximiza el uso de las instalaciones físicas de la empresa y claro el costo de manejo de inventario se reduce significativamente.

Volviendo a lo expuesto inicialmente respecto al sistema Pull, donde se anota que el inicio de la producción de un lote o pieza (en el mejor de los casos) empieza cuando el cliente ha adquirido esa cantidad de productos terminados y se deberá reponer lo ocupado (en la misma cantidad) tomando las unidades pertinentes desde el proceso productivo, en su parte inmediatamente anterior de la cadena logística, esto genera la primera implicación, o sea que la producción ya no está basada en los “famosos” planes maestros de producción que programan la producción en las plantas industriales mediante proyecciones que se apoyan en herramientas estadísticas que procesan datos históricos para generar tendencias futuras, esta práctica denominada “Sistema Push” que *empujaba* la producción de atrás hacia delante con el resultado obvio de estocar a la empresa, es abolido de plano. En el sistema Pull la producción se jala desde adelante. El sistema Pull se ve ejecutado

mediante la puesta en práctica de otro sistema que armoniza y formaliza de forma práctica la información dentro del proceso productivo, estamos hablando del sistema Kanban y que se explicara a continuación.

### **3.2.3 Sistema Kanban.**

Kanban tal como su nombre lo indica (en su traducción al español) “Señal” o “Tarjeta de Instrucción”, es un sistema que asegura que los operadores de la producción sepan que se debe producir en un determinado instante y sobretodo en que cantidad. Esto se encuentra establecido en la *tarjeta de instrucción*, misma que está constituida de información muy importante y precisa del sistema productivo.

Es coincidente el criterio de que se deben tomar en cuenta algunos considerándose antes de la implantación de un sistema Kanban, así por ejemplo se sugiere desarrollar lo que se denomina *"labeled/mixed producción Schedule"* para suavizar el flujo actual de material, es decir una calendarización de la producción para los ensambles finales. Otro aspecto es designar espacios específicos para situar los Kanban ya que el no designar estas áreas específicas generaría confusión evidentemente, en cuanto a los productos se deberá tener en cuenta dos escenarios a saber: Aquellos productos especiales para la empresa deberán tener un tratamiento igualmente *"especial"* y que de otro lado en el caso de aquellos productos que son de características cíclicas o por temporadas en la industrias y que evidentemente tiene que ser producidos de manera voluminosa a vísperas del inicio de su *temporada*, ponen a prueba la comunicación entre el departamento de ventas y producción en la programación de la producción de estos productos en todos los aspectos.

Finalmente se debe considerar que todas las técnicas de la Manufactura Esbelta tienen un denominador común de primordial importancia que las hace ser lo que son, y es ¡la mejora continua! Evidentemente el sistema Kanban se levanta sobre el hecho cierto del desarrollo continuo en búsqueda de optimizar de manera constante de sí mismo.

Se ha explicado lo que es el Kanban y cómo funciona dentro de la industria, ahora de manera concreta se explicará cómo se debe hacer para que la empresa pueda implantar un sistema Kanban.

- o Se debe empezar por lo principal en cualquier proyecto de implementación de una técnica de eliminación de desperdicio, y es por capacitar al personal en todo lo concerniente a lo que busca la técnica, lo que es en sí y de más aspectos como por qué se la pretende implementar en la empresa.
- o Una vez que el personal está al tanto de la técnica en lo que es los principios básicos de ella, es tiempo de implementar el Kanban pero primero en las actividades más complejas del proceso, esto ayudará entre otras cosas que se ambiente el personal (que continuará siendo capacitado del cuestiones operativas ya desde el puesto de trabajo) y que se detecten aquellas irregularidades que se presentan en las actividades más problemáticas. Se recomienda por muchos especialistas este paso ya que es un termómetro muy útil de cómo seguirá la implementación en los demás procesos “menos complejos” y con la experiencia de ya haber trabajado en esto además que el personal estará ya más familiarizado y capacitado para la implantación integral del sistema.

- o Cuando se ha implantado el Kanban a las que denominamos las actividades más complejas o problemáticas del proceso productivo, el siguiente paso es el obvio de completar la implantación en el resto de las áreas de la empresa. Esto será una tarea fácil ya que como se mencionó en el paso anterior el personal está capacitado y familiarizado con la técnica producto de su implementación en procesos más complejos, aquí solo se añade un punto muy importante y es que por el mismo Hecho de contar con la experiencia de la implantación de la técnica y demás aspectos del día a día en las operaciones de proceso, se hace necesaria la práctica de escuchar y debatir con mucha atención las propuestas que deberán efectuar los operadores en esta etapa de la implantación de la técnica.
- o Una vez que el sistema ha sido implantado, lo lógico es efectuar una revisión de todos los *puntos de reorden y niveles de reorden*.

En una aportación publicada por el Grupo Consultor TBM (TBM Consulting Group) , destacan seis reglas que se deberían seguir el momento de implantar esta técnica en la empresa, a continuación se anota un resumen de lo que las reglas propuestas serian en resumen:

**“Regla 1: NO SE DEBE MANDAR PRODUCTO DEFECTUOSO A LOS PROCESOS SUBSECUENTES”**, esta regla es elocuente y contundente a la vez, y es que se trata de que si en alguna etapa del proceso se detectó un producto defectuoso, este tiene que ser segregado y **no** pasado al proceso siguiente, esto implica un control riguroso de *calidad en la fuente* y ayudara a detectar errores de manera inmediata, pero esto no queda en lo dicho, sino que además de debe procurar que el error detectado sea enmendado y no se vuelva a presentar, así que debe ser inmediatamente

informado el error suscitado a todos quienes están inmersos en el proceso del cual se produjo el error en cuestión, para que tomen las providencias pertinentes.

**“Regla 2: LOS PROCESOS SUBSECUENTES REQUERIRÁN SOLO LO QUE ES NECESARIO”**, a lo largo del desarrollo de esta técnica se ha mencionado que los procesos deben ser alimentados por el proceso inmediatamente anterior, pero que esto debe hacerse de manera *regulada* y es precisamente eso lo que trata en esencia de asegurar el sistema Kanban, así que no se deberá pasar material de un proceso a otro más que en las cantidades indicadas en la tarjeta Kanban y además en el instante oportuno. El no cumplimiento riguroso de lo anotado podría generar que entre otras cuestiones. Se genere un stock de producto en proceso innecesario en la línea de producción cerca de las estaciones pertinentes de trabajo, el gravísimo caso de que no se pueda producir un producto importante para la coyuntura del momento pues las estaciones se encuentran procesando otro producto para en que fueron estockeadas de materiales de otro producto que en la coyuntura no es importante producir.

**“Regla 3. PRODUCIR SOLAMENTE LA CANTIDAD EXACTA REQUERIDA POR EL PROCESO SUBSIGUIENTE”**, Esto está muy ligado con lo anotado en la regla anterior y es que es necesario que las estaciones de trabajo produzcan al ritmo de lo que esta anotado de manera expresa en las tarjetas Kanban y en el momento oportuno en que fueron entregadas a la estación anterior, o sea que se propone que se produzca en la cantidad escrita en el Kanban y en la secuencia en que van llegando, *nada más ni nada menos*.

**“Regla 4. BALANCEAR LA PRODUCCIÓN”**, Esta es una regla muy importante ya que destaca el Hecho de que los requerimientos de las estaciones siguientes del proceso productivo estarían precisando

cantidades de material o piezas que podrían ser escasas como podrían ser excesivas y de manera irregular, esto seguramente generara cuellos de botella en algunos sectores del proceso general y la necesidad de más personal incluso máquinas en determinadas estaciones del proceso. Así que para que se tenga una óptima implantación del sistema se tendrá que balancear la línea de producción o *suavizarla* como algunos denominan este proceso.

**“Regla 5. KANBAN ES UN MEDIO PARA EVITAR ESPECULACIONES”**, Esta regla es una derivación de lo que se obtiene de la implantación de un sistema Kanban de manera expresa, los requerimientos de la estación siguiente, se elimina la especulación de cuanto material necesitará en un determinado momento, de aquí que deriva incluso con más razón la necesidad de contar con una línea de producción balanceada de manera eficiente. Sin embargo no está permitido que entre las estaciones de trabajo se cruce información como nuevos requerimientos o adelantar la producción de un requerimiento probable de materiales de la estación posterior, etc., se puntualiza en el flujo de la información a lo largo del proceso productivo pero únicamente de la que se contiene en las tarjetas Kanban.

**“Regla 6. ESTABILIZAR Y RACIONALIZAR EL PROCESO”**, Esta última regla se refiere a la necesidad de que las actividades deben estar bien determinadas para cada operador, a nivel de estandarización. La explicación para esto se basa en el criterio de que si las instrucciones son claras y están explicadas de manera formal se podría evitar que se produzcan errores que evidentemente ocasionan inconformidades en los productos que se van produciendo.

En el trabajo de **Karla Pineda Mandujano**, La autora menciona alguna información que no debe faltar en una tarjeta Kanban y que se anota a continuación:

- Número de parte del componente y su descripción
- Nombre / Número del producto
- Cantidad requerida
- Tipo de manejo de material requerido
- Dónde debe ser almacenado cuando sea terminado
- Punto de reorden
- Secuencia de ensamble / producción del producto

Ahora se anotarán los tipos de Kanban más conocidos y utilizados en la industria:

- **Kanban de Producción.-** Es el Kanban que utilizan las empresas que tiene su tamaño de lote tendiente a cero y efectivamente es el gestor de que empiece la producción en las estaciones precedentes del proceso.
- **Kanban de Transporte.-** Es el Kanban que se utiliza cuando los materiales o productos son desplazados en el proceso.
- **Kanban Urgente.-** Es un Kanban que se emite en los casos donde se presenta la falta de materiales o piezas en las estaciones subsecuentes de manera imprevista y claro *urgente*, esta ayuda a estar preparados para posibles eventualidades y es algo que hasta cierto punto vuelve flexible al sistema.
- **Kanban de Emergencia.-** Muy similar al anterior sin embargo se expide soleen los casos cuando se presentan eventualidades en el proceso productivo pero por causas exógenas e inesperadas como la avería de una máquina o la emisión de una pieza defectuosa.



- **Kanban de Proveedor.-** Esta dirigido a los casos de empresas que se encuentran geográficamente distantes de manera considerable de sus *proveedores* y el tiempo que eventualmente se tome para que el proveedor responda a una necesidad de la empresa es relativamente alto, entonces el generar un Kanban en estos casos es de mucha utilidad pues ayuda a prever este Hecho y tomar las providencias pertinentes.

La fórmula que se utiliza para calcular el número de juegos Kanban necesarios en un sistema está dado por:

$$K=DL (1+S)/C$$

Dónde:

K= Número de tarjetas Kanban.

D= Número promedio de unidades pedidas durante un periodo determinado.

L= Tiempo del proceso de producción para reponer una orden.

S= Existencias de seguridad expresadas como porcentaje de la demanda durante el tiempo del proceso de producción.

C= Tamaño del contenedor.

### **Mapeo de la Cadena de Valor**

En este proyecto se hará uso de una técnica lean muy importante que servirá para detectar los desperdicios en los procesos de producción y más allá de eso incluso descubrir cuáles son las técnicas más idóneas para la eliminación de los mismos, estamos hablando del **mapeo de la cadena de valor**. Cadena de valor se ha definido según Mike Rother & John Shook en su *libro Observar para crear valor* como:

El conjunto de acciones (tanto de valor agregado como las que no agregan valor) que se necesitan actualmente para mover un producto a través de los principales flujos esenciales de cada uno de ellos.

Este concepto sugiere que se debe no solo mejorar el total de los procesos individuales, sino más bien enfocar el contexto global de la empresa toda su “cadena logística” desde los proveedores hasta el cliente final del producto.

Esta técnica está implicada por algunos considerándolos y cuestionando básicas para su aplicación y demás, sin embargo se podrían resumir muchos de estos aspectos mencionando que, el mapeo de la cadena de valor es una técnica que se prepara con la ayuda de un simple papel y lápiz, con los que se plasma una visión actual de cómo fluyen los procesos y materiales además de la información dentro de la empresa a lo largo de toda la *cadena de valor* para después de formularse algunas preguntas y plantear la aplicación de técnicas lean que ayuden a resolver los problemas que las mencionadas preguntas formulan, bosquejar un mapa de cómo deberían fluir los elementos antes mencionados (procesos, materiales e información) a lo largo de la cadena de valor, en lo que se ha denominado el “estado futuro”. Finalmente se debe llegar a la elaboración de un plan de trabajo que permita ejecutar lo que se plasmó en el estado futuro.

La idea de mapeo no es que se planteen esplendidos estados futuros donde el valor fluya por la empresa como cataratas, sino más bien que se aplique y ponga en práctica a lo largo del tiempo, pues lo otro es ir de mapeo en mapeo durante toda la vida.

Es importante destacar la sugerencia que muchos autores de mapeos de la cadena de valor efectúan, y es que como bien se menciona, los clientes no están interesados en todos los productos que una empresa elabora, sino que más bien están dispersos por uno u otro producto con preferencias más fuertes por uno y otro evidentemente. De lo descrito se puede inferir que no es una idea necesariamente práctica el hecho de efectuar un mapeo a todos los materiales o productos que pasan por las estaciones de trabajo, para esto se recomienda que se clasifiquen los productos en **familias de productos**, las familias de productos no son más que productos que para ser transformados atraviesan por actividades de similares en el proceso productivo y que además son sometidos a equipos o maquinarias comunes en los procesos que se realizan en lo posterior.

Esto ayudara a concentrarse en primera instancia en procesos más complejos o integrales que ayudaran a la generación de valor a los productos de “mayor valor”. Usualmente la identificación de las familias de productos no es una tarea fácil y es apoyada con la generación de una matriz en la que se posicionan sobre un eje las actividades de las que está constituido el proceso de producción y en el otro eje los productos, la identificación de los productos que se apegan a la definición de *familias de producto* notada son los que serán objeto del mapeo.

En otros casos en donde las plantas son pequeñas o los productos que se elaboran son pocos no es necesaria la aplicación mediante el paso previo de las familias de producto, sino que el mapeo se aplica a todo de manera integral (como será el caso de este proyecto, donde solo se analizaran a dos productos).

Antes de indicar como trazar un mapa de la situación inicial, es muy provechoso mencionar algunos elementos que ayudan a que los ejercicios del mapeo sean más productivos, a saber:

- 1) Es de vital importancia que se considere con mucha premura y lugar en el análisis de mejoras al *flujo de información*, ya que es en si el encargado de ordenar a los procesos que es lo que en un determinado instante se necesita producir o que actividades emprender.
- 2) Importante también es el Hecho de que las actividades propias del mapeo y demás cuestiones de la técnicas, estén integradas y claro sean coordinadas por un agente responsable, para este menester se sugiere que excita una persona denominada “gerente de cadena de valor” y este gerente es alguien que tiene que estar empapado de la cadena de valor, o sea conocerla y entenderla por lo menos en una familia definida previamente, de ser el caso), en este aspecto sugiere que se trabaje en coordinación con el principal de dicha familia de producto para que las decisiones tengan entre otras cosas “fuerza en las actividades de implementación de mejoras”.
- 3) Es importante que se efectué un “tour” preliminar por los procesos, de esta forma se evitara que cuando se realice el recorrido y recolección de datos, se pierda tiempo en averiguar que procesos o actividades siguen y cómo interactúan con la anterior.

- 4) Luego, ya en el recorrido formal (por llamarlo de alguna manera) se recomienda que se porte una tablilla con cronómetros papel y lápiz para la toma de datos y dibujos del mapa. En este paso es importante que uno mismo sea quien realice la toma de datos por cronometro y los bosquejos pues la idea es que se comprenda de manera íntegra la cadena de valor.
- 5) Es muy útil que el recorrido se empiece no por el sentido que siguen las materias primas, sino que se lo efectúe de adelante hacia atrás, esta práctica permitirá tener más interconexión con los procesos que se encuentran más cercanos al cliente.

A continuación se enumeraran los pasos que se deben seguir al momento de generar un mapa de la situación inicial o actual de la cadena de valor en la empresa:

- 1) Graficar los íconos que representan al cliente, proveedores y el control de producción. El ícono del cliente y proveedor deberán estar situados a los extremos uno del otro, a fin de representar el inicio y fin de la cadena de valor, mientras que el de control de producción estará al centro y en la parte superior.
- 2) Anotar dentro de las casillas, requerimientos por día y por mes del cliente, estos son datos que se consiguen en documentación contenida en los departamentos de ventas de la empresa.

- 3) Apuntar en el gráfico de control de producción, la producción diaria y los requerimientos que esta genera para la producción que se anotó.
- 4) Graficar el dibujo que representa las entregas que se efectúan desde la empresa hacia el cliente, es importante que se tengan en cuenta las frecuencias de entrega al momento de bosquejar lo anunciado.
- 5) Dibujar el ícono de las entregas pero esta vez de nuestros proveedores hacia la planta, también tomando en cuenta a las frecuencias de entrega.
- 6) Aplicar lo visto hasta este punto, o sea graficar los íconos de los procesos en su “orden”, ubicándolos de izquierda a derecha, que según lo dispuesto correspondería en sucesión a los extremos donde se encuentran los íconos de los proveedores hasta el otro extremo donde se sitúa el de los clientes. Por lo descrito es conveniente que los íconos de proveedores y clientes se dibujen de izquierda a derecha respectivamente.
- 7) Graficar los íconos de información necesarios, bajo cada ícono de proceso que se halla dibujado, con la finalidad de apuntar en estos últimos la información adquirida de dicho proceso.
- 8) Añadir los gráficos concernientes a comunicación e información, destacando la frecuencia en que se ejecuta.
- 9) Llevar a cabo las mediciones del proceso de producción e insertar los datos obtenidos de lo mencionado, en las casillas de

información que se mencionó añadir bajo los íconos de los procesos.

- 10) Insertar respectivamente los símbolos que representan a los operadores y anotar la cantidad de operadores además.
- 11) Agregar íconos de inventarios y días.
- 12) Graficar los símbolos del empuje y PEPS.
- 13) Hacer constar alguna otra información que se estime necesaria tomar en cuenta y que evidentemente sea de utilidad para el proceso.
- 14) Anotar las horas del proceso.
- 15) Efectuar un vistazo a los tiempos de ciclo del proceso "Esbelto".
- 16) Calcular el tiempo total y los días requeridos.

A continuación se muestra un gráfico que ilustra el proceso que se detalló y cómo debería quedar el dibujo del mapeo en esta etapa, o sea el mapa de la situación actual para una empresa de Dispositivo Médicos: Ver anexo #2.

Con el trazo del mapa de la situación actual se busca que se conozcan las zonas en las que existe sobreproducción y demás desperdicios en el proceso. La elaboración de este mapa implica generar rápidamente un mapa del estado futuro y ponerlo en marcha, ya que lo contrario sería haber arado en el mar. Por esta razón, se describe a continuación como

se debe trazar el mencionado mapa del estado futuro, siguiendo los pasos que se enumeran:

- a) Primero se debe de obtener el Takt time para determinar el tiempo necesario para la fabricación de una pieza o la familia de productos seleccionada (en nuestro caso para los ensambles de los dos productos que realiza la empresa). Con esto se sabrá cuál es la cantidad de productos que se necesitan ensamblar en una cantidad de tiempo determinada para satisfacer las necesidades de los clientes en el tiempo que se cuenta disponible para trabajar (en este caso en la rutina).
- b) Se deben ubicar de manera precisa los cuellos de botella de las máquinas o estaciones de trabajo y así determinar el tratamiento que se debe darles en pos de volver más eficientes a las mismas.
- c) Determinar donde se reducen las operaciones y así determinar el tamaño del lote requerido.
- d) Identificar las estaciones de trabajo potenciales para sugerir la aplicación de celdas de trabajo. Se aplican regularmente en las estaciones que llevan cabo actividades parecidas.
- e) Determine en donde se aplicaría el KANBAN. Se utiliza un Supermercado al inicio del proceso en la recepción de la materia prima con la finalidad de disminuir los días de inventario.
- f) Definir la manera en que se programará la producción. Se anotan los nuevos datos arrojados en la aplicación de la mejora, en la caja de datos para realizar la operación en menor tiempo



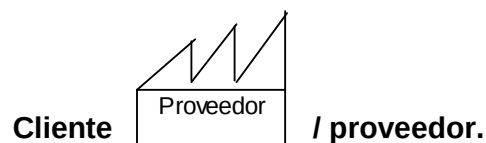
posible, un mejor balanceo de línea e incluso la posibilidad de contar con menos operadores en las estaciones de trabajo.

- g) Se debe determinar el nuevo tiempo de producción y tiempo de valor no agregado. En la parte inferior de la hoja se anotan los nuevos tiempos de valor agregado y valor no agregado, esto permitirá que se aprecie las mejoras que se lograrían respecto de la situación inicial.

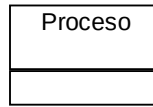
El proceso de trazar el mapa de la situación futura va incluso más allá de lo anotado (que es lo trascendental), puesto que implica el ejercicio de realizar preguntas en cada etapa de lo graficado en la situación actual para al tratar de responderlas dar solución a los problemas detectados y hacer más eficiente la cadena de valor de la empresa. Con esta acotación, se muestra a continuación un bosquejo de cómo luciría el mapa de la situación futura de una empresa. Ver Anexo #2.

### **¿De dónde provienen los símbolos usados?**

Los símbolos o íconos que se utilizan para trazar los diagramas de la técnica del mapeo de la cadena de valores, son estándares y existen una amplia gama de la cual se anotan a continuación algunos de los más utilizados:



Este ícono representa el proveedor y al cliente al mismo tiempo, solo que al momento de graficarlo, se coloca al lado izquierdo para el primer caso y al derecho para el segundo.



### **Caja de procesos**

El símbolo representa al proceso, operación, máquina o departamento, por el que pasan los materiales hasta ser convertidos.

|                                       |
|---------------------------------------|
| TC: Tiempo de Ciclo                   |
| TCP: Tiempo de Cambio entre Productos |
| TF: Tiempo de Funcionamiento          |
| TTD: Tiempo de Trabajo Disponible     |
|                                       |
| TL: Tamaño de lote                    |

### **Caja de datos.**

La caja de datos se ubica siempre abajo del de proceso y contiene información importante y/o datos requeridos para el análisis y la aplicación del método.



### **Celda de trabajo.**

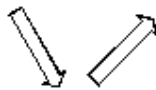
Indica la existencia de una celda de trabajo, “manufactura celular”.

## Simbologías de los materiales



### **Inventario**

Los íconos son equivalentes y representan el inventario que se acumula entre los procesos o el WIP. Usualmente en el mapa del estado actual las cantidades de inventario son cuantificables y se las anota bajo el ícono. Al ser un símbolo que denota el inventario, es también utilizado para representar el inventario de materias primas y/o productos terminados.



### **Cargamentos o fletes de trasportes.**

Estos íconos (dependiendo las orientación) representan e movimiento de materias primas hasta la planta o de los productos terminados hacia el cliente.



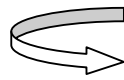
### **De empuje flecha.**

Como su nombre lo indica simboliza el " empuje " de los materiales desde una estación a otra en el proceso productivo.



### **Supermercado.**

El ícono simboliza a lo que se denomina un inventario " supermercado " (kanban stockpoint). Que es un inventario pequeño de absoluta disponibilidad para entregar al cliente cuando lo requiera y automáticamente una tarjeta de fabricación para cubrir el stock que se utilizó del *supermercado*.



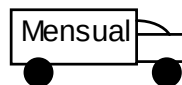
### **Jalar material.**

Este ícono representa la interconexión entre los *supermercados*, pero en una conexión en la que un proceso **jala** al anterior para que reponga la cantidad de materiales o productos que se tomaron de él.



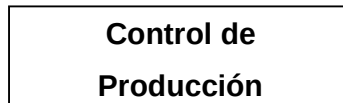
### **Línea de PEPS.**

Esta simbología denota la existencia de un flujo de materiales bajo el régimen del sistema PEPS (primeros en entrar, primeros en salir. FIFO por sus siglas en ingles), o sea que las unidades producidas primero, son precisamente las que se pasan al siguiente proceso de manera antes de pasar las que se acaban de producir.



### **Cargamento externo.**

El dibujo representa precisamente un camioncito que simbolizara la transportación de fuera de la planta ya sea de las materias primas como del producto terminado.



### **Control de Producción.**

Este ícono señala que aquí existe un departamento de control de producción, del cual va a partir la información requerida para iniciar la fabricación de un producto.



### **Embarque diario**

El ícono representa la entrega de información manual o escrita en papeles, importante para la producción. Comúnmente se enfoca representada en las órdenes de trabajo.



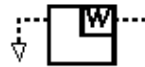
### **Información electrónica**

Esta es la representación de información tal como el símbolo anterior pero en forma electrónica, o sea mail y demás medios informáticos.



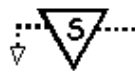
### **Producción kanban.**

El dibujo es la representación del llamado o alerta para la producción de partes que repondrán el stock de la estación siguiente.



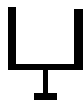
### **Retirada Kanban.**

Este ícono ilustra que un material se va a retirar hacia un supermercado, el cual envía una señal para que la operación anterior proceda a fabricar la cantidad de piezas retiradas.



### **Señales kanban.**

La representación de que el inventario esta balanceado o nivelado en un supermercado de entre dos procesos, es este ícono.



### **Tarjeta Kanban.**

Este símbolo es una tarjeta Kanban, que es la cantidad que se deberá recoger. Con frecuencia se utilizan dos tarjetas, para el intercambio de retiro y ordenar producción.



### **Secuencia de jalar.**

El ícono representa la alerta de que se recojan elementos para la producción de los artículos.



### **Balanceo de cargas.**

Este ícono es la herramienta que se utiliza en los kanban para nivelar la producción.



### **MRP/ERP**

El símbolo es la representación de la forma en que se realiza la programación de la producción



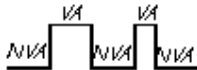
### Mejora

Este ícono es utilizado siempre en el dibujo de la situación futura, ya que simboliza las mejoras que se intentan aplicar al proceso.



### Operario

El símbolo representa a los operadores de las distintas estaciones de trabajo, pero no de manera individual ya que si se emplea más de un operario se pondrá la cantidad de ellos con un número junto al ícono.



### Valor agregado y no valor agregado

Luego de la realización del mapeo, se grafica este ícono en el cual se escribirán los tiempos de las diferentes operaciones y los inventarios respectivos, ubicando los tiempos de valor agregado en la cresta de la onda mientras que en la parte inferior los que no agregan valor.

### Producción Nivelada (Heijunka)

El principio básico de esta técnica implementada por los japoneses es de hacer homogéneo el flujo de producción para acotar o **suavizar** las fluctuaciones en la demanda de diferentes productos que solicita el cliente y que ocasionan una reacción en el interior de la planta afectando especialmente a la programación de la producción.

Y la forma que los japoneses dieron solución a este impase, fue la de realizar un plan mensual de producción aplicando algunos mínimos o más bien sutiles ajustes a la producción de tal manera que en lugar de producir



lotes muy grandes de un determinado producto, se de paso a la realización diaria de una combinación determinada de productos en cantidades menores o lotes más pequeños, dando así a la empresa la posibilidad de contar siempre con una combinación de productos listos para el cliente y la implementación de operaciones que permitan eso sí, que los cambios sean más rápidos.

### **3.2.4 Sistemas a Pruebas de Error**

#### **Verificación de proceso (Jidoka)**

El término evidentemente japonés, está vinculado a la integración y verificación de la calidad al *proceso*. Se procura la generación de parámetros óptimos de calidad en el proceso, para de esta forma efectuar comparaciones con los estándares establecidos. La técnica es muy clara en lo que respecta a una inconformidad al momento de efectuar las comparaciones de los parámetros, de esta manera si se detectaran, simplemente *detiene el proceso* ya que considera que de no darse esta medida y empezar a dar solución al problema, lo que se desencadenaría es la producción indiscriminada de productos defectuosos .

Existen diferentes tipos de sistemas Jidoka: visión, fuerza, longitud, peso, volumen, etc. depende del producto es el tipo o diseño del sistema Jidoka que se debe implantar. El jidoka se usa en las máquinas que se paran de manera automática y/o repentina, o a problemas detectados por los operarios, etc. La idea es que quienes están inmersos en el trabajo sean los responsables de solucionar el problema y como última medida (en los casos que el mantenimiento autónomo no resulte) parar el proceso.

### **Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke)**

“Poka Yoke ” se deriva de las voces japonesas que significan “A Prueba de Errores”. Como su nombre lo indica busca que no se den fallos en los productos a causa de errores en los procesos, por esta razón se ha definido a un sistema Poka Yoke a todo dispositivo que alerte de manera visible la presencia de un error, Así los operadores lo detectaran en tiempos apropiados dándole solución oportuna.

### **Métodos de Control**

Los sistemas Poka Yoke son de tipo variado pero si pueden ser clasificados tendríamos los drásticos y los de advertencia. Los primeros son sistemas que al encontré un error en el proceso inmediatamente lo **paralizan**, sin embargo no siempre es practico que el proceso sea paralizado para solucionar un problema, y es en estos casos donde se utilizan más bien los sistemas o métodos de advertencia, que son muy variados además.

Los métodos de advertencia son exactamente una alarma o que advierte de anormalidades en el proceso, ya sea por intermedio de sonidos, luces u otro tipo de alarma visual o sensitiva incluso.

Los métodos Poka Yoke están clasificados en tres segmentos, a saber:

- 1) Los métodos de contacto, que se caracterizan por la detección de las anormalidades ya sea mediante el contacto con la pieza o máquina o sin él, pero donde definitivamente existe la utilización de recursos sensitivos.
- 2) Los métodos de valor fijo, que más bien se centran en la detección de errores mediante la supervisión de un “valor fijo” o cantidad determinada de movimientos en aquellas operaciones que tengan que repetirse un número específico de veces.

- 3) Finalmente los métodos de paso-movimiento, estos métodos centran su efectividad en la inspección de los movimientos que no cumplen los estándares establecidos en aquellas actividades que cuentan con dichos estándares para su ejecución.

Karla Pineda Mandujano, menciona tres características importantes de los sistemas Poka Yoke que deben tomarse en cuenta al momento de implementarlos, para que sean considerados óptimos. A continuación se mencionan:

- **Son simples y baratos**. Puesto que deben ser fácil de entender ya sea en su funcionamiento como en los mensajes que emitan, y evidentemente la componente del costo beneficio es determinante al momento de adoptar algún tipo de técnica en las empresas, ya que si los beneficios que prestan son menores que su costo (en términos monetarios), simplemente el sistema “no va”.
- **Son parte del proceso**. Deben ser concebidos como una parte integral del proceso de producción ya que en ellos reposará la responsabilidad total de la inspección.
- **Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error**. Esto genera que la retroalimentación y la información llegue de manera oportuna para que sean empleadas las acciones pertinentes que ayuden a solucionar los problemas.

### **Indicador Visual “ANDON”.**

ANDON es del japonés del cual se deriva el término “alarma” (textualmente se traduce como ayuda) en nuestra lengua, y efectivamente significa la utilización de métodos visuales y de sonido que indicarán como está llevándose a cabo el proceso a lo largo del tiempo de operación. Al decir que son métodos visuales y de sonido, los

mecanismos a utilizar son “luces”, luces de varios colores que codificadas de acuerdo a una situación especial del proceso, harán notar el problema que se está presentando o simplemente una condición de trabajo en un determinado instante de tiempo.

El mecanismo de la técnica es, en esencia, la utilización de luces, para denotar a través del color, una determinada situación en el proceso. Pero la o las luces pueden estar ubicadas ya sea sobre cada proceso individual, con lo que se podrá saber in-situ el estado actual de ese proceso determinado; mientras que otra opción es la de utilizar un panel de luces que indique las circunstancias de operación del proceso en un área global del sistema productivo.

La técnica es perfectamente aplicable ya sea a una línea de ensambles manual o semiautomática hasta a una línea automatizada 100%, con la diferencia de que en el primer caso la activación se efectúa mediante dispositivos mecánicos que el operador aplica, mientras que en el segundo caso los dispositivos se activan automáticamente ya que se los integra como parte del sistema. Una vez que se active la luz respectiva y/o el sonido predeterminado para dicha circunstancia, el encargado (generalmente el supervisor de producción) implementará las acciones correctivas que ameriten. Los colores y su respectivo motivo en dicha combinación, que se utilizan de manera más usual se anotan a continuación:

-  **Rojo:** Máquina descompuesta
-  **Azul:** Pieza defectuosa
-  **Blanco:** Fin de lote de producción
-  **Amarillo:** Esperando por cambio de modelo
-  **Verde:** Falta de Material
-  **Apagado:** Sistema operando normalmente

### 3.2.5 Manufactura Lineal

La manufactura Lineal es un concepto relativamente nuevo de cómo distribuir los procesos en la planta. Existen muchas definiciones como por ejemplo la esgrimida por un grupo de trabajo de Manufactura Esbelta del Texas Manufacturing Assistance Center que dice lo siguiente *“Unión de operaciones manuales y mecánicas en la combinación más efectiva para maximizar el valor-agregado y minimizar el desperdicio”*, o la definición que plantea Maritza Villavicencio en su publicación sobre los métodos de distribución de planta donde dice que la manufactura celular *“Puede definirse como una agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades de un ítem o familia de ítems”*.

Como se lee se trata de unificar las máquinas, recursos y actividades que realizan una *sucesión* de actividades concordantes o un “producto o familia de productos determinados” y se llama celular por que se forma una C que aglutina los recursos mencionados.

#### **Pasos para implementar manufactura lineal:**

**Paso 1: Agrupar productos.**- Este primer paso es muy importante ya que implica seleccionar y agrupar los productos que hacen la utilización de los recursos y/o actividades más comunes o afines para de esta manera dar paso a las familias de productos y disponer la fabricación de los productos de una familia determinada en una misma célula. La tarea de determinar las familias de productos puede ser muy evidente para algunos productos o procesos y se realiza simplemente observando la secuencia de su fabricación y la similitud obvia, sin embargo en otros casos esta tarea resulta más compleja y es aquí donde deberá decidirse incluso por formar las familias por otros tipos de criterios, como hacerlo en

función de la similitud en la forma, en el tamaño, en los materiales que lo incorporan, en las condiciones medioambientales requeridas etc. También es un apoyo la utilización de matrices que ubiquen en un eje las actividades y en el otro los productos así determinar de manera más precisa las similitudes en los procesos y decidir de cómo conformar las familias.

**Paso 2: Medir demanda – Establecer tiempo Takt.**- Lo siguiente que se sugiere es establecer algunas mediciones fundamentales del proceso global para establecer algunos parámetros de recursos mínimos a utilizar, el primero es el tiempo Takt que es el tiempo entre la producción de dos unidades consecutivas, se calcula mediante la siguiente expresión matemática:

|                                                       |  |
|-------------------------------------------------------|--|
| Tiempo de Trabajo Disponible                          |  |
| Takt = 100 X                                          |  |
| # De Piezas Vendidas (demanda diaria de los clientes) |  |

Con el tiempo Takt determinado lo siguiente es encontrar el número mínimo de personal que deberá tener la célula para cumplir con la demanda que el cliente genera, para esto se utiliza la siguiente formula:

|                      |         |                   |
|----------------------|---------|-------------------|
| # Mínimo de Personal | = 100 X | Duración de ciclo |
|                      |         | Tiempo Takt       |

**Paso 3: Repasar secuencia de trabajo.**- Esta etapa es muy importante al momento de diseñar una célula de manufactura ya que implica determinar algunos aspectos trascendentales, entre las que se destacan el *observar* la secuencia en que el operario efectúa sus actividades con la finalidad de determinar el flujo que debe primar en la célula a diseñar,

*dividir* las operaciones en elementos notables para así tener la perspectiva clara de cuáles son las tareas más destacadas del proceso y su posterior tratamiento en el diseño de la célula, *identificar* los elementos que agregan valor al proceso y aquellos que no, con la finalidad de establecer un tratamiento especial a aquellos que agregan valor y en el otro caso eliminarlos o disminuirlos en lo posible, *determinar* las capacidad del equipo, tiempos de ciclo, tiempos de ajuste y demás información que es de utilidad notable para el diseño de las células. En general, conocer el proceso con sus fortalezas y debilidades.

**Paso 4: Combinar trabajo en un proceso balanceado.**- Lo siguiente que se deber hacer es balancear el proceso, es decir procurar que el trabajo que se pretende delegar a la célula sea armonioso y fluido a lo largo de cada una de sus estaciones minimizando los picos generados regularmente por los cuellos de botella en el proceso.

**Paso 5: Diseñar la distribución de célula.**- Con todos los pasos que se han notado lo que resta es el diseño en sí de la célula, es decir como estarán distribuidos los recursos a lo largo de la misma, para esta tarea se sugiere que no se dejen pasar por alto algunos aspectos medulares como: Establecer las metas que busca el diseño de la célula es decir, tratar de hacer cumplir los lineamientos que rigen el concepto de célula de trabajo como distribución flexible, tamaño de lote pequeño (1 si es posible), controles visuales y demás. Otro punto importante en el diseño de células es simplificar el flujo, o sea hacer que el flujo de los materiales a lo largo del proceso sea simple e integre las operaciones del proceso en lo posible en una sola dirección. Entre otros aspectos tenemos: disminuir el manejo de los materiales, esto busca tratar que en lo posible los movimientos estén ligados a las actividades de valor agregado principalmente y utilizar el 100% de la capacidad del personal, para que la utilización sea la óptima y así ganar más flexibilidad y productividad.

### **3.2.6 Mejora Continua (Kaizen).**

Este concepto de Kaizen se deriva de voces japonesas que finalmente buscan la mejora continua en las actividades de cualquier tipo en las empresas e incluso visto desde una perspectiva más amplia se aplica a la vida misma de los seres humanos, ya que el Kaizen sugiere que todo debe seguir un ciclo de mejora que no se detiene a lo largo del tiempo sino que más bien es del tipo continuo. En una definición de Karla Pineda Mandujano vista más desde el aspecto técnico pero haciendo referencia a la etimología de la palabra Kaizen nos dice lo siguiente:

**Proviene de dos ideogramas japoneses: “Kai” que significa cambio y “Zen” que quiere decir para mejorar. Así, podemos decir que “Kaizen” es “cambio para mejorar” o “mejoramiento continuo” Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial.**

#### **Mejoras Enfocadas (Kaizen),**

Las mejoras enfocadas, son actividades encaminadas a generar los procesos de *mejora continua* que requiere la empresa, soportados en los instrumentos que brindan las técnicas del mantenimiento, como se ha mencionado, el enfoque de este tipo de ejercicios esta enrumado hacia la eliminación de los “desperdicios” que se producen en las plantas empresas manufactureras.

Es importante destacar que las mejoras que se realicen, sean producidas en el marco de grupos multidisciplinarios de trabajo, ya que se pretende



que las acciones que se planteen tengan una perspectiva integral de la empresa, sin contar con aspectos trascendentales como son el explotar las virtudes de todo el equipo de trabajo de la empresa y lograr incluso el compromiso de todos en la ejecución.

### **Pasos para implementar el Kaizen.**

La implantación del Kaizen en la empresa busca mejorar los tiempos de ciclo y así aumentar la productividad de los procesos, unificar los criterios de calidad y métodos de trabajo y como todas las técnicas de Manufactura Esbelta trata de eliminar los desperdicios que se producen en la empresa. De lo expuesto la implantación del Kaizen en la empresa va a ayudar en la solución de muchos aspectos, para implementar el Kaizen se sugiere seguir 7 pasos fundamentales que se los explica a continuación:

**Paso 1: Selección del tema de estudio.**- Lo primero que hay que hacer para emprender el trabajo con el Kaizen es determinar lo que se quiere, es decir su orientación, por ejemplo podría quererse que la técnica responda a los objetivos superiores de la dirección industrial, criterios organizativos, factores innovadores o problemas de calidad y entregas al cliente entre otros, esto es lo que hay que establecer para la eficiente implementación de la técnica.

**Paso 2. Crear la estructura para el proyecto.**- Es importante que se genere la infraestructura necesaria para la implantación del Kaizen, esta infraestructura no es necesariamente física sino más bien conceptual y de **trabajo**, la infraestructura está mayoritariamente determinada por los grupos de trabajo multidisciplinarios que están constituidas de manera que la mayor cantidad de las áreas de toda la empresa estén

representadas desde los supervisores hasta el departamento financiero incluso.

**Paso 3. Identificar la situación actual y formular objetivos.**- Esta fase indica que se debe generar la información necesaria de cómo funciona el proceso en la actualidad recogiendo datos de productividad, fallas, desperdicios y demás, que permitan generar información clara y precisa del estado actual de la empresa con relación al tema que se ha seleccionado estudiar. Con el análisis situacional que se realice, lo siguiente es fijar los objetivos y sus perspectivas para mejorar.

**Paso 4: Diagnóstico del problema.**- Aquí se trata de establecer las condiciones bajo las cuales se deberá emprender la aplicación de las técnicas apropiadas, se trata de que antes de cualquier análisis técnico para la solución de los problemas, se establezcan las condiciones básicas de funcionamiento de los equipos principalmente, realizando limpieza y mantenimiento a las máquinas y equipos así como también procurar la eliminación de todas las condiciones que generan la ineficiencia llámense fugas, focos infecciosos y demás.

**Paso 5: Formular plan de acción.**- Con todos los elementos conseguidos hasta aquí lo que sigue es elaborar un plan de acción que permita la eliminación de las causas críticas que están generando los problemas en los procesos, a partir de las propuestas que plantee el plan de acción se deben delinear las actividades y asignación de tareas para alcanzar las metas que se planteen. El plan de acción debe contemplar algunos aspectos básicos como alternativas para las potenciales acciones que se tomen e incluir las actividades que deben realizar los individuos involucrados en todos los niveles y áreas desde los puestos administrativos como supervisores o especialistas de los procesos tanto como para los operadores de las máquinas.

**Paso 6: Implantar mejoras.**- Con la elaboración del plan de acción lo que queda es proceder a cristalizar el plan efectuando las acciones que este esgrime, lo importante en este paso es que exista una comunión en las actitudes y participación total de los implicados en la realización del proyecto, hay que hacer participar no solo a los dirigentes de las áreas sino y también a los operadores. Otro aspecto principal en la metodología es tomar en cuenta las opiniones del personal operativo, hacerlo participe de la implantación y que realice las acciones asignadas de manera voluntaria ya que la imposición (más aún cuando es autoritaria) no produce en lo absoluto ningún resultado positivo de la implantación.

**Paso 7: Evaluar los resultados.**- Lo último que tiene que considerarse en la implantación del Kaizen en la empresa es la necesidad de evaluar los resultados que se están consiguiendo con la técnica y más aún hacerlos públicos en toda la empresa asegurándose que todos sean partícipes de los avances (el uso de carteleras es muy usual para este menester) incluso beneficiarse de las experiencias de las demás áreas en cuanto a la consecución de los objetivos.

Además de las técnicas de la Manufactura Esbelta que se han enumerado y explicado casi en su totalidad, en la presente tesis se ha hecho uso de algunas herramientas que no precisamente conforman de manera directa a la Manufactura Esbelta sino más bien son técnicas complementarias de apoyo para la implementación de las técnicas Esbeltas, entre las herramientas que se han utilizado constan la toma de tiempos y los estudios de métodos, que se explicarán a continuación:

#### **Estudio de tiempos y movimientos.**

Según define Carlos López en el estudio de tiempos y movimientos es:

ESTUDIO DE TIEMPOS: actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS: Análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo.

Existen algunas formas para determinar los tiempos de un proceso, sin embargo la medición por cronómetros lleva la delantera por sobre otras como la utilización de videograbadoras (que ofrece detalle de las actividades) sin embargo la utilización del cronometro es más fácil para el común de las personas y económico. Para emprender un estudio de tiempos es importante saber que se va a medir, es decir esclarecer el principio y fin de las actividades “dividir los elementos conmensurables”, para esto se realizan algunas recomendaciones:

1. Definir claramente los elementos a medir, tomando muy en cuenta el hecho de que deben ser lo suficientemente cortos para saber el detalle de la actividad y lo suficientemente largo como para poder apuntar las mediciones.
2. Si las actividades del operador son independientes a las de la máquina y por ende las realizan por separado, habrá que definir estas actividades por separado.

3. Definir por separado cualquier demora que presenten, ya sea el operador o la máquina en el proceso.

### **Estudio de tiempo con cronómetros.**

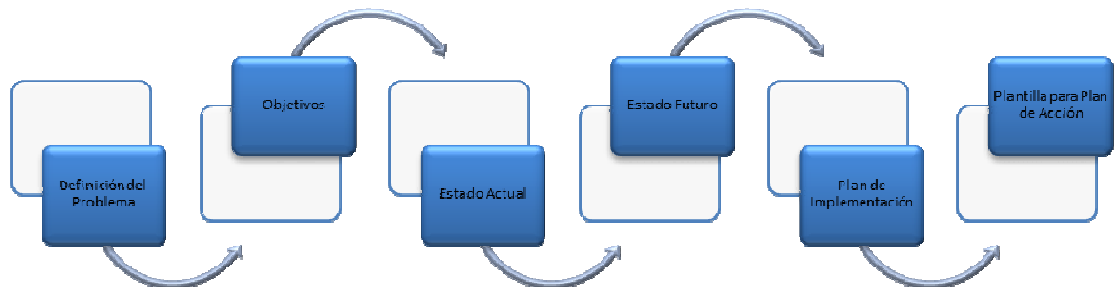
Para el desarrollo de la presente tesis se medirán los procesos mediante la toma de tiempos con cronómetros, para esto a continuación se detallan los fundamentos que rigen a este tipo de estudios, primeramente se enumeran algunos de los elementos importantes que no deben faltar:

- 1) Reloj, ya sea digital o mecánico.
- 2) Tablero de apoyo con sujetador, donde se colocarán los formatos para la toma de datos.
- 3) Formato para anotar los tiempos tomados.
- 4) Lápiz, ya que es flexible para corregir cualquier error al anotar los datos.
- 5) Calculadora para efectuar las cuentas necesarias.
- 6) En nuestra facilidad existe un formato estándar para la medición del tiempo.

### 3.3 Aplicación de la Metodología Esbelta

Para la está implementación se llevó a la Práctica Evento Kaizen/Value Stream Map.

Se realizó el evento en salón de trabajo con todas las herramientas requeridas para el mismo y el primer paso fue para identificar el problema y los mapas futuros, se utilizó el siguiente template:



Una vez completados cada acápite del template se procedió a:

1. Revisar el estado actual y realizar el mapeo del proceso Ver anexo #2.



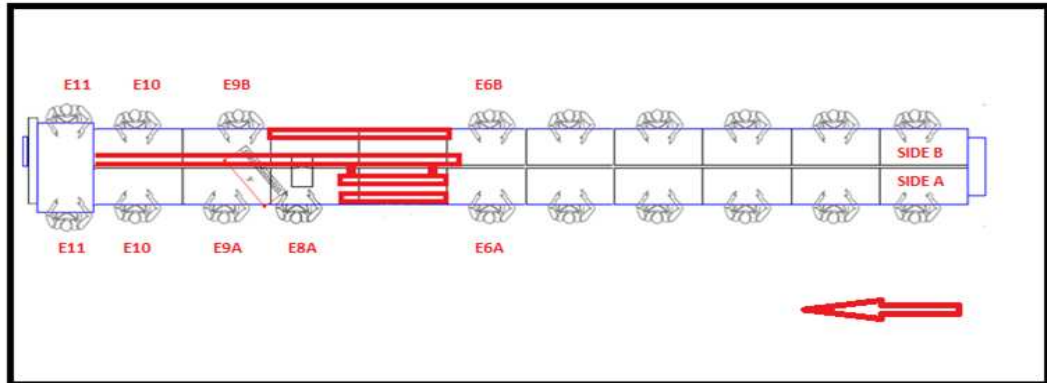
2. Durante el proceso de mapeo de la línea de producto se determinó que las actividades principales que no agrega valor están las

3. Luego de identificadas las actividades que no agregan valor a la manufactura del producto, se procedió a crear el mapa futuro del proceso:

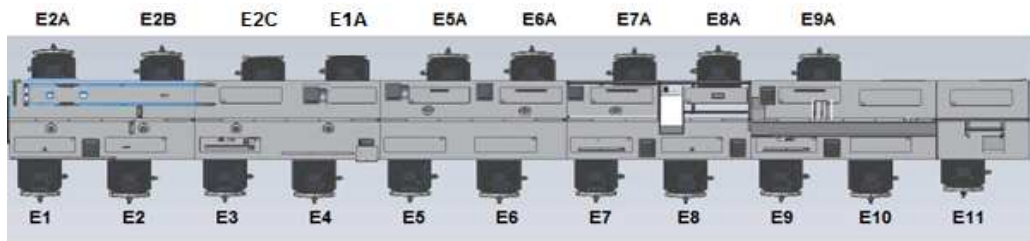


- [illegible]

Para el análisis de la secuencia de manufactura se analizó la secuencia actual según el siguiente esquema:



Eliminando el inventario en proceso en 90% y las estaciones de inspecciones. Secuencia implementada según este esquema:





## Conclusiones

Finalmente después de la realización de esta investigación se encuentra concluido, se presenta la posibilidad asumir algunas conclusiones mismas que presentarán un balance general acerca del recorrido que significó el desarrollo de este trabajo y los resultados que se obtuvieron en el mismo:

1. El desarrollo del mapeo de la cadena de valores situación actual, mostró una radiografía bastante interesante del estado actual de la empresa y se convirtió en una herramienta importantísima para la detección y análisis de los problemas y desperdicios que se generaban causa de ellos. Esta técnica ayudó a identificar el problema en la línea del producto.
2. El cambio en la secuencia de manufactura para mejorar el flujo de la línea y eliminar el inventario en proceso produjo muchos beneficios entre los que destacan reducción sustancial del tiempo de ciclo, mejora del 100% de la capacidad productiva y la liberación de las estaciones de inspección, además de factores intangibles como la comunicación, visibilidad y multifuncionalidad y demás.
3. Todo esto demuestra que la aplicación de las mejoras de la Manufactura Esbelta han logrado que se cumpla el objetivo central de esta aplicación “Implementación de la Metodología de Manufactura Esbelta para el producto Colección de Componente de Sangre en una Zona Franca. Caso de estudio Dispositivos Médicos.”

## **RECOMENDACIONES:**

La implementación de las mejoras en los procesos y aplicación de técnicas de Manufactura Esbelta han logrado que se consigan las metas planteadas para el efecto, sin embargo es importante hacer notar algunas recomendaciones de efecto global en el Sistema Esbelto planteado:

1. El rol de la dirección en todos los procesos de mejora y la aplicación de las técnicas de la Manufactura Esbelta deberá ser determinante y decidido en todos los aspectos, desde las tareas de control y evaluación del sistema hasta la asignación de recursos para el manteniendo y consecución de los objetivos.
2. Se recomienda que el entrenamiento cruzado se de manera constante ya que el proceso es cambiante en sus funciones y flujo.

## REFERENCIAS

- 1) Juran, J.M. (2001). Análisis y Planeación de la Calidad. (Tercera edición). México. McGraw Hill.
- 2) Render, Barry y Heizer, Jay. Principios de Administración de Operaciones. (Primera edición). México. Pearson Educación.
- 3) Evans, James R. Y Lindsay, William M. (2005). Administración y Control de la Calidad. (Sexta edición). México. Thompson.
- 4) Augusto, Cesar. Proceso de Investigación Científica. Capítulo 7.
- 5) Elaboración propia a partir de datos del CNZFE, Banco Central. Para datos del valor agregado, Informe Desarrollo Económico y Social de la Rep. Dom. Cepal 2012.
- 6) Impacto Económico y Social de las Zonas Francas (Septiembre 2012) Una Visión de 360 Grados Adozona.
- 7) Informe Estadístico 2012 Zonas Francas
- 8) Censo Económico del Sector de Zonas Francas (Enero 2014): Banco Central de la República Dominicana, Departamento Internacional, Resumen Ejecutivo.
- 9) Organización Mundial de la Salud (2012): Dispositivos Médicos: La Gestión De La Discordancia; un resultado del Proyecto sobre Dispositivos Médicos Prioritarios.

10)Internet.

10.1 [http://es.wikipedia.org/wiki/Lean\\_manufacturing](http://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing)

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

10.3 [http://es.wikipedia.org/wiki/Donaci%C3%B3n\\_de\\_sangre](http://es.wikipedia.org/wiki/Donaci%C3%B3n_de_sangre)

10.4 <http://www.buenastareas.com/ensayos/Procesos-De-Manufactura/1447492.html>

10.5 <http://www.monografias.com/trabajos82/lean-manufacturing-manufactura-Esbelta/lean-manufacturing-manufactura-Esbelta.shtml#ixzz2x6DIY7V2>.

10.6 Karla Pineda Mandujano trabajo “Manufactura Esbelta ”

# **ANEXOS**

## **Anexo 1. AnteProyecto.**

# **DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

### **1.1 Planteamiento del Problema:**

En la industria médica, en la cual se desarrolla la empresa de dispositivos médicos, se debe mantener altos estándares de buenas prácticas de manufactura, además debe demostrar orden y limpieza en todos sus procesos. Esto es debido a factores como la eliminación de posibles focos de contaminación de los productos, regulaciones por las cuales se rige la empresa tanto a nivel nacional (Ministerio de Salud) como internacional (FDA, ISO, entre otras).

Adicional a esto, tanto la Gerencia de Producción como la Gerencia General, tienen dentro de los objetivos para este año 2013 implementar la herramienta de Manufactura Esbelta para la línea Separación de Componentes de la Sangre, que es de alto volumen en requerimientos, ya que la línea no es lo suficientemente eficiente y robusta.

En la actualidad la empresa cuenta varias líneas de producción, se ha observado que en la línea de producto de separación de componente de la sangre, existe un problema relacionado a exceso de inventario en las unidades en proceso de producción y sub-utilización de espacio en el área de manufactura.

## **1.2 Justificación de la investigación:**

El beneficio de esta herramienta ha sido demostrado en otras empresas a lo largo de la historia, dentro de las mismas están fomentando el trabajo en equipo, la mejora continua de los procesos, la disminución de costos por el ahorro en consumo de materia prima de las líneas de producción, mejorar el orden de los puestos de trabajo, mejorar el ambiente y lugar de trabajo para los trabajadores.

Se pretende desarrollar una propuesta de la Herramienta de Manufactura Esbelta que permita mejorar el proceso de manufactura e identificar cuáles son las actividades que deben ser realizadas para la implementación a través de la aplicación de los ocho desperdicios.

Dentro de los supuestos se trabajarán los siguientes:

- Se contará con el apoyo de las Gerencias respectivas involucradas en el proceso de implementación.
- Se contará con la disponibilidad de tiempo de personal involucrado en caso de necesitar información de fuentes primarias.
- Se contará con el tiempo necesario para desarrollar el proyecto de manera consistente y continua.

Dentro de las restricciones que se pudieran presentar están:

- Disponibilidad de información sobre la implementación en otras organizaciones externas a la corporación o internas. En cuyo caso, se investigará en fuentes como Internet o libros relacionados.
- Falta de disponibilidad de tiempo del personal involucrado para brindar información y participar en el proceso de desarrollo. Por lo

cual, antes de iniciar con el proyecto, se debe contar con la aprobación y soporte de las Gerencias respectivas.

- Resistencia a la implementación por parte del personal involucrado debido a los cambios propuestos y aplicados.

### **1.3 Objetivos:**

#### **1.3.1 Objetivo Principal**

Implementar la Metodología de Manufactura Esbelta para el Producto de Colección de Componente de Sangre.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Eliminar el inventario en proceso en la línea de producción.
- Elaborar un modelo propuesto para la aplicación de la herramienta de Manufactura Esbelta.
- Eliminar las inspecciones en procesos.

## **2.0 Antecedentes**



Esta empresa se dedica a la comercialización de productos para tratamiento de enfermedades y donación de sangre. Además tiene presencia en todo el mundo. Los principales mercados de los productos son Estados Unidos y Europa. El proyecto descrito en párrafos posteriores, será enfocado en el área de manufactura de la empresa, en donde se fabrican el producto mencionado.

El concepto "Lean Manufacturing" tiene su origen a partir de 1990, pero no es una metodología especialmente nueva ya que deriva de "Toyota Production System", el cual a su vez, tiene sus orígenes en los postulados de Eli Whitney, Henry Ford, Frederick W. Taylor y otros estudiosos.

La aplicación de Lean Manufacturing es un tema que no se encuentra normalizado y no existe una única forma de aplicar las herramientas de Lean. Cada empresa posee sus propias características culturales dentro de las cuales se encuentran su personal, recursos, maquinarias, espacios físicos, desarrollo gerencial, visión, misión, etc. lo cual las hace únicas e inimitables.

En este sentido la gerencia de la empresa de dispositivos médicos ha decidido implementar la herramienta o metodología de Manufactura Esbelta como parte de sus objetivos estratégicos y como pilar principal para reducción de costos.

## 2.1 Marco Conceptual

La Manufactura Esbelta es una herramienta en el cual se pueden implementar en los procesos de manufactura para que estos sean más eficientes y productivos, además de reducir costos y aumentar las utilidades, son las siguientes:

**Manufactura Esbelta:** se persigue la mejora continua en todas las métricas de funcionamiento en fabricación mediante la eliminación del desperdicio, a través de proyectos que cambian la organización física del trabajo en la línea de fabricación, en la logística y en el control de producción a través de toda la cadena de suministro, y en la forma en que se aplica el esfuerzo humano, tanto en las tareas de producción como en las de apoyo.

**Dentro de la herramienta Manufactura Esbelta estos son los desperdicios Lean:**

1. **Sobreproducción:** Producir artículos cuando estos no han sido ordenados por el cliente. Provocando así el incremento del inventario y sus costos asociados.
2. **Espera:** El asociado debe esperar que una operación sea realizada o que estén disponibles las herramientas o estaciones.
3. **Transporte:** Mover un producto de un lado a otro innecesariamente.
4. **Sobre procesamiento:** Realizar operaciones innecesarias en una estación d trabajo, hacer cosas que el cliente no requirió.
5. **Inventario:** Exceso de inventario en cualquier parte del proceso trae problemas como altos costos de almacenaje, largos tiempos de entrega por tiempos de ciclo más largos y productos averiados.

6. **Movimiento innecesario:** Esto se refiere al movimiento que de los empleados y está representado principalmente por el desorden y la selección inadecuada de movimientos.
7. **Productos defectuosos o reproceso:** Producto defectuoso que debe ser reparado o desechado.

Para aplicar la Herramientas Lean, se requieren según la evaluación previamente realizada algunas de las siguientes metodologías:

1. **Kaizen** es un evento en cual se reúnen varios departamentos multidisciplinarios para mapear un proceso e identificar mejoras.
2. **VSM (Value Stream Maps)**, no es que la cadena de valor del producto desde que se coloca la orden hasta que llega a nuestro cliente.
3. **Trabajo estandarizado** es el proceso de establecer los métodos en forma general.
4. **5S** es el proceso de identificación para proceder a descartar lo que no está en uso.
5. **Kanban** es un sistema de almacenamiento de materia prima para mantener un flujo continuo en la línea.
6. **Poka Yoka** es término japonés para definir cuando una herramienta de ensamble es a prueba de error.

En cuanto marco conceptual de la empresa estas son algunas de las palabras que podríamos encontrar dentro de este trabajo de aplicación:

1. **Separación de componente de la Sangre:** Es la porción líquida de la sangre que contiene se extrae a través de un dispositivo médico y con la integración de un aféresis.

2. **Aféresis:** es una máquina por el cual por medio de centrifugación separa los componentes de la sangre, retornando automáticamente los glóbulos rojos, plaquetas y demás componentes restantes al donante.
3. **Dispositivos Médicos:** es el kit que se conecta en la aféresis, es de uso individual y desechable.

## 2.2 Marco Contextual

Esta empresa es un líder mundial de la industria, una empresa equilibrada y capaz de fundamentarse en éxitos pasados y moldear el futuro de la medicina transfusional.

Esta empresa pertenece al área de Zonas Francas en la categoría de Empresa de Dispositivos Médicos. Con de 20 años establecida en la República Dominicana y con una generación de empleos cerca de los 2 mil empleados directos.

Esta empresa se dedica a la manufactura de dispositivos médicos que salvan vidas en todo el mundo y con diferentes usos, para enfermedades que van desde el la colección de sangre para donar hasta tratamientos del cáncer.

**Su misión es:** ser esencial para nuestros clientes proveyendo innovación, alta calidad en la solución para tecnología de sangre.

**Su visión es:** ser líder en la transformación de sangre.

**Sus valores son:**

Trabajo en Equipo y comprometidos con la salud.

### **3.0 Metodología:**

Para el desarrollo de esta investigación se utilizará la metodología de campo porque la aplicación será para resolver una problemática real. La ventaja que ofrece este tipo de metodología es la obtención de información primaria y el acceso para la aplicabilidad del mismo.

Cabe señalar que la metodología empleada en la presente investigación posee un carácter mixto ya que están presentes el enfoque cualitativo a través de la observación y la entrevista como el enfoque cuantitativo a través de análisis de la data estadística.

De acuerdo a los objetivos la presente investigación es de tipo analítica y de campo ya que los datos serán recogidos en campo de aplicación y luego serán analizados proveyendo sus conclusiones y recomendaciones.

Para la recogida de los datos en el proceso de investigación ha sido de fuentes primarias y secundarias.

Las técnicas de investigación que utilizamos para obtener las informaciones y recolectar será de lo más sencillo hasta lo más complejo, los datos estarán divididas en cuatro secciones:

1. Estudio del problema a través de la observación, analizando el flujo del proceso de manufactura y verificando los indicadores de desempeño de eficiencia.
2. Se revisaron los conceptos aplicables para el tema de Manufactura Esbelta
3. Se realizarán entrevistas abiertas para capturar mejoras del proceso.
4. Aplicación e implementación de la herramienta.

### **3.1 Procedimiento**

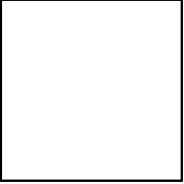
El proceso investigativo para obtener los resultados deseados y la información adecuada se basará en el empleo de las siguientes técnicas de investigación:

1. Observación y el análisis, esta será de manera directa, estructurada y de campo.

### **3.2 Población y Muestra**

**Población:** Total de empleados que intervienen en el proceso productivo de la línea de producción entre los cuales podemos encontrar operadores, supervisor, manejadores de materiales, técnico administrativo, personal de planeación, inspector de calidad, ingenieros tanto de procesos como de calidad, personal de almacén que interviene en la segregación de las ordenes.

**Muestra:** Para esta investigación se realizará un evento Kaizen con un equipo multidisciplinario donde tendrán participación por lo menos un miembro de cada área que impacta la producción.



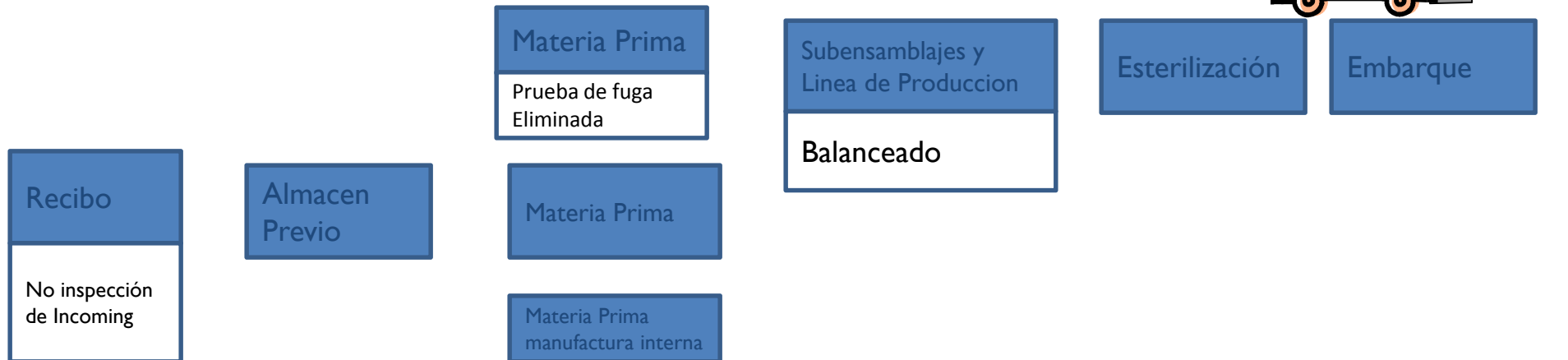
## **Anexo 2**

### **Mapa del Estado Actual y Futuro de la Línea de Producción**

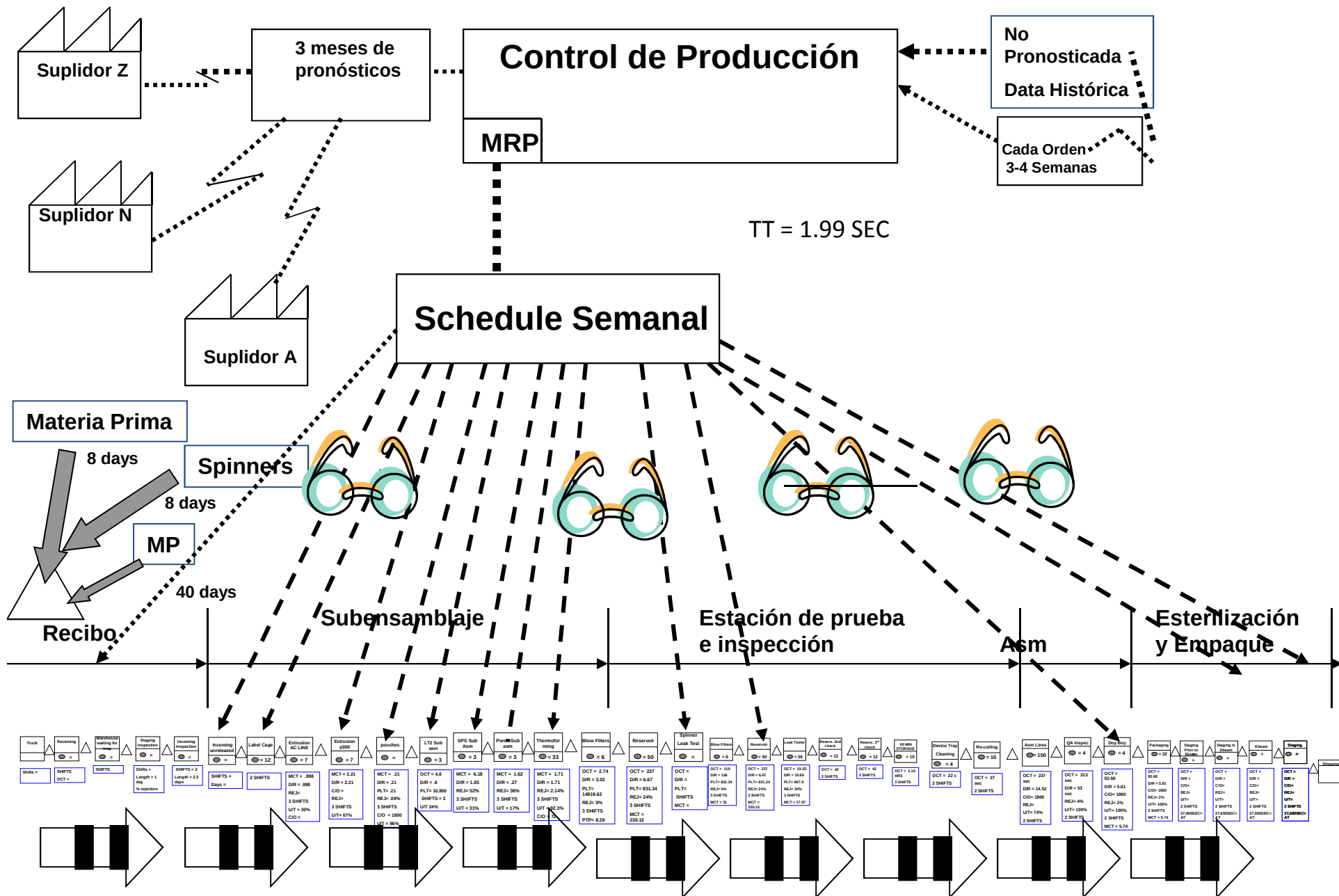
# Línea de Producto

Primera vista a futura del VSM

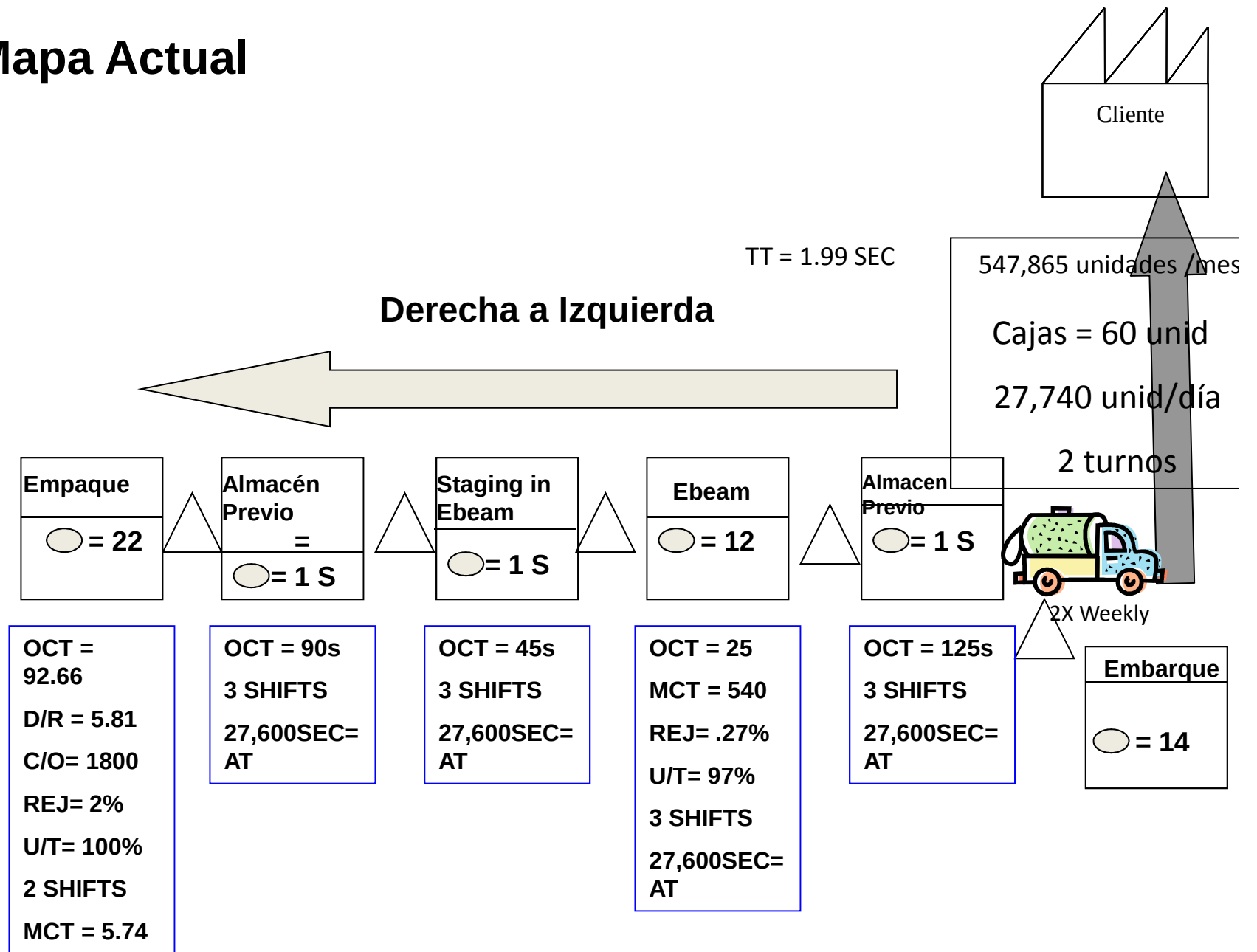
TT = 1.99 SEC





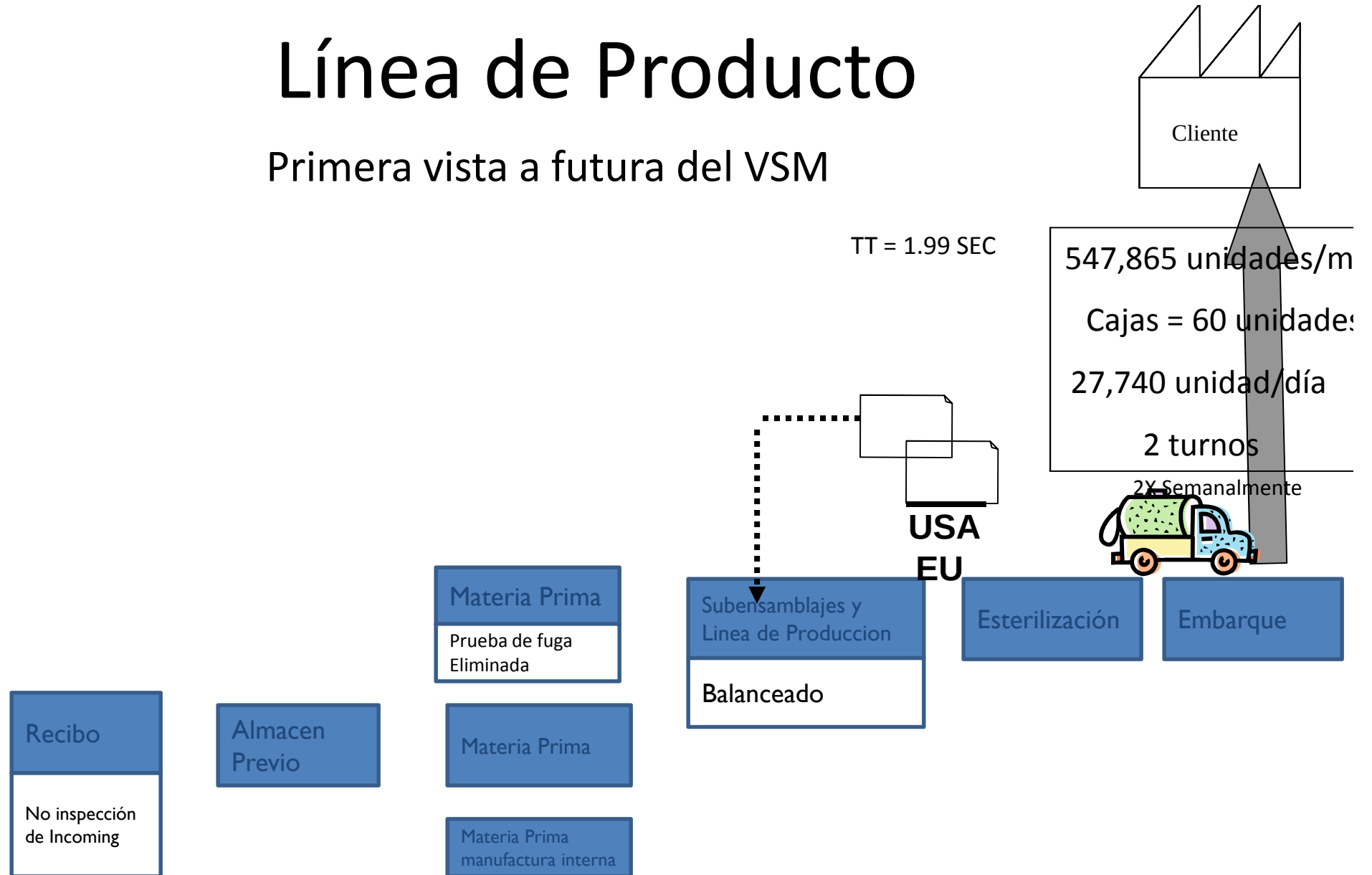


# Mapa Actual

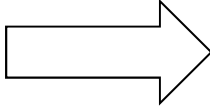
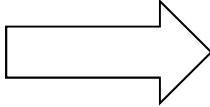
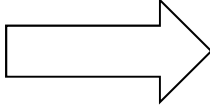
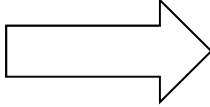


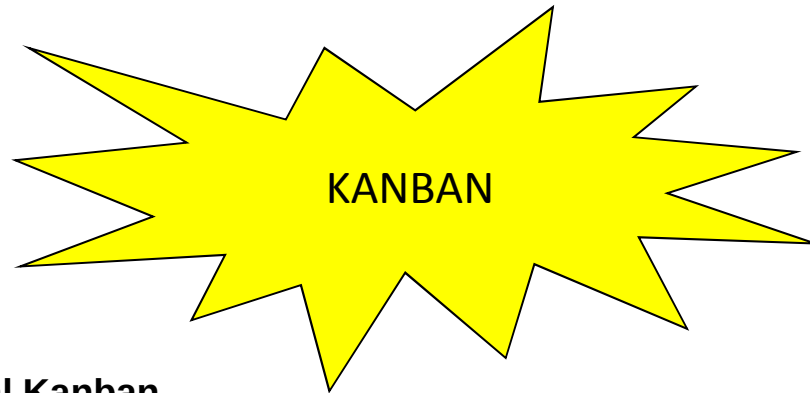
# Línea de Producto

Primera vista a futura del VSM



## Resultados Finales

|                                                 |            |                                                                                       |                |
|-------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Total de Lead Time de Producción                | 10.03 Días |    | 1.14 Dias      |
| Incremento de la Productividad                  | 10%        |    | 1,000 unidades |
| Personas re-localizadas                         | 0          |    | 20             |
| Ahorro anuales cuando se Implemente el proyecto | 0          |  | \$1Million     |



**Señal Kanban**

**Transporte Kanban**

