

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA APLICABILIDAD DE  
LEAN MANUFACTURING EN EL MANEJO DE MATERIALES DE LA LOGÍSTICA  
HOSPITALARIA**

**TATIANA LEONOR LÓPEZ VALDERRUTÉN  
LAURA SALINAS DEVIA**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
MAYO 2016**

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA APLICABILIDAD DE  
LEAN MANUFACTURING EN EL MANEJO DE MATERIALES DE LA LOGÍSTICA  
HOSPITALARIA**

**TATIANA LEONOR LÓPEZ VALDERRUTÉN  
LAURA SALINAS DEVIA**

**Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial**

**Director proyecto  
ANGÉLICA BURBANO COLLAZOS**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
MAYO 2016**

## CONTENIDO

	Pag.
LISTA DE TABLAS.....	5
LISTA DE GRÁFICOS .....	6
LISTA DE ESQUEMAS .....	8
RESUMEN .....	9
<b>1 CAPÍTULO I. Definición del Problema.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Contexto del Problema.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Análisis y Justificación.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 Formulación del Problema .....</b>	<b>16</b>
<b>2 CAPÍTULO II. Objetivos .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Objetivo General.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Objetivo del Proyecto .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Objetivos Específicos .....</b>	<b>17</b>
<b>3 CAPÍTULO III. Marco de Referencia.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Antecedentes .....</b>	<b>18</b>
3.1.1 Introducción.....	18
3.1.2 Aproximación a nivel mundial .....	19
3.1.3 Aproximación a nivel nacional.....	21
<b>3.2 Marco teórico.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.4.3 SMED (Single Minute Exchange of Dies / Cambio rápido de herramientas) .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.4.4 Estandarización.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.4.5 TPM (Mantenimiento Productivo Total) .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.4.6 Control Visual.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.4.7 JIDOKA .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2.4.8 Chequeos de Autocontrol.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2.4.9 Matriz de Autocalidad .....</b>	<b>39</b>
<b>3.2.4.10 Ciclo PHVA.....</b>	<b>41</b>
<b>3.2.4.11 Cero Defectos .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2.4.12 Seis Sigma.....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.4.13 Sistema de Participación de Personal.....</b>	<b>46</b>
<b>3.2.4.14 HEIJUNKA .....</b>	<b>47</b>
<b>3.2.4.15 KANBAN .....</b>	<b>48</b>
<b>3.3 Aporte Intelectual.....</b>	<b>50</b>
<b>4 CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA .....</b>	<b>52</b>
<b>4.1 Fase investigativa.....</b>	<b>52</b>

4.2	Fase de validación.....	52
4.3	Fase de desarrollo de propuesta metodológica .....	52
5	<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS.....</b>	<b>53</b>
5.1	<b>Analizar la literatura, trabajos anteriores realizados en la Universidad y artículos de aplicación de Lean Manufacturing en países desarrollados .....</b>	<b>53</b>
5.2	<b>Identificar las variables y características del área de manejo de materiales de la logística hospitalaria .....</b>	<b>58</b>
5.2.1	Planeación de suministros médicos y medicamentos .....	60
5.2.2	Compras de suministros médicos y medicamentos .....	61
5.2.3	Almacenamiento de suministros médicos y medicamentos .....	62
5.2.4	Preparación de pedidos.....	64
5.2.5	Distribución interna de suministros médicos y medicamentos .....	65
5.2.6	Problemas en los megaprosesos del manejo de materiales .....	66
5.2.7	Validación de la caracterización del manejo de materiales de la logística hospitalaria.....	68
5.3	<b>Determinar las estrategias para la aplicabilidad de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5.3.1	Nivel contribución logística .....	75
5.3.2	Importancia en la generación de una cultura Lean .....	79
5.3.3	Técnicas de Lean Manufacturing a aplicar a los problemas logísticos detectados.....	84
5.4	<b>Proponer una metodología para la implementación de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria.....</b>	<b>94</b>
5.4.1	Elaboración de un mapeo de flujo de valor.....	94
5.4.2	Construcción de un VSM para el manejo de materiales.....	96
5.4.3	Consolidación de propuesta metodológica para la aplicación de Lean Manufacturing en el Manejo de Materiales de la Logística Hospitalaria .....	98
6	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>100</b>
7	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>102</b>
8	<b>Bibliografía .....</b>	<b>103</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>106</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de personas con acceso médico por ubicación geográfica, 1997 y 2012. Tomado de: Banco de la republica .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 2. Resultados obtenidos en (Muñoz Machín, 2010).	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 3. Resultados obtenidos por Virginia Mason Medical Center en (Womack, Byrne, Fiume, Kaplan, & Toussaint, 2005) .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 4. Ejemplos de desperdicios en salud. Tomado de:(Ceballos-Acevedo, Velásquez-Restrepo, & Jaén-Posada, 2014). .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 5. Analogía entre los problemas del sector industrial y los de la logística hospitalaria.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 6. Propuesta de nivel de inicio del programa de capacitación de la filosofía Lean. Elaboración propia. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 7 Asignación de técnicas de Lean Manufacturing acordes a los problemas de la logística hospitalaria. Elaboración propia .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 8. Aplicaciones de Lean en el sector salud mundial. Tomado de: (Muñoz Machín, 2010).....	106
Tabla 9. Aplicaciones de Lean en el sector salud mundial. Tomado de: (Muñoz Machín, 2010). Parte 2. ....	107
Tabla 10. Aplicaciones de Lean en el sector salud mundial. Tomado de: (Muñoz Machín, 2010). Parte 3.....	108

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1. Sistema de salud en Colombia. Tomado de: Quirúrgicos LTDA. .... 14
- Gráfico 2. Cadena de suministros de un hospital. Tomado de: GS1. .... 15
- Gráfico 3. Beneficios de la implementación Lean dentro de las organizaciones. Tomado de: Estudio 300 empresas Aberdeen Group, 2004. **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 4. Tipos de actividades en un flujo de valor. Tomado de: VSM. Value Stream Mapping. Análisis de Cadena de Valor (Cabrera Calva R. ) .....116
- Gráfico 5. Qué son las 5S. Tomado de: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Escuela de Organización Industrial EOI de España..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 6. Esquema de los componentes del OEE. Tomado de: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación ,Escuela de Organización Industrial EOI de España .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 7. Matriz de autocalidad MAQ. Tomado de: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Escuela de Organización Industrial EOI de España;**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 8. Ciclo PDCA. Tomado de: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Escuela de Organización Industrial EOI de España..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 9. Principales actividades de un centro hospitalario. Tomado de: Logística hospitalaria, Borja Ozares Masso. España. ....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 10. Subsistemas logísticos de un hospital. Tomado de: Logística hospitalaria, Borja Ozares Masso. España.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 11. Diferencia entre términos utilizados en Lean Manufacturing. Fuente: Autoría propia.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 12. Lean como filosofía de trabajo. Fuente: Autoría propia;**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 13. Subsistemas logísticos de un hospital.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 14. Diagrama del flujo del megaproceso de Planeación de Suministros Médicos y Medicamentos. Elaboración propia. ....**¡Error! Marcador no definido.**

- Gráfico 15. Diagrama de flujo del megaproceso de Compras de Suministros Médicos y Medicamentos. Elaboración propia.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 16. Diagrama de flujo del megaproceso de Almacenamiento de Suministros Médicos y Medicamentos. Elaboración propia. ....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 17. Diagrama de flujo del megaproceso de Preparación de Pedidos de Suministros Médicos y Medicamentos. Elaboración propia.**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 18. Diagrama de flujo megaproceso de Distribución de Suministros Médicos y Medicamentos. Elaboración propia.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 19. Diagrama de relaciones entre los megaprocesos del Manejo de Materiales de la Logística Hospitalaria. Elaboración Propia ....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 20. Problemas en el Manejo de Materiales de la Logística Hospitalaria por cada subproceso. Elaboración propia.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 21. Características del megaproceso de planeación de suministro médico y medicamentos. Elaboración propia.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 22. Características del megaproceso de compras de suministros médicos y medicamentos. Elaboración propia.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 23. Características del megaproceso de almacenamiento de suministros médicos y medicamentos. Elaboración propia. ....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 24. Características del megaproceso de preparación de pedidos de suministros médicos y medicamentos. Elaboración propia. ....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 25. Variables de los megaprocesos del manejo de materiales de la logística hospitalaria. Elaboración propia. ....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 26. Aprendizaje de la cultura Lean .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 27. Simbología para el desarrollo de un Mapeo de Flujo de Valor. Tomado de: VSM. Value Stream Mapping. Análisis de Cadena de Valor (Cabrera Calva R. ) .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Gráfico 28. Relación entre los megaprocesos del Manejo de Materiales de la logística hospitalaria. Elaboración propia..... 96

## LISTA DE ESQUEMAS

- Esquema 1. Diagrama causal de los problemas en el manejo de materiales de la logística hospitalaria.....**¡Error! Marcador no definido.**
- Esquema 2. Escala de contribución de la logística hospitalaria. Tomada de: (Amaya, Beaulieu, Landry, Rebolledo, & Velasco, 2010). .....**¡Error! Marcador no definido.**
- Esquema 3. Importancia de los subprocesos de la logística hospitalaria en Estados Unidos y Francia. ....**¡Error! Marcador no definido.**
- Esquema 4. Escala de contribución de la logística hospitalaria. Tomada de: (Amaya, Beaulieu, Landry, Rebolledo, & Velasco, 2010). .....**¡Error! Marcador no definido.**



## **RESUMEN**

El presente proyecto se centra en el desarrollo de una propuesta metodológica para la aplicación de Lean Manufacturing en el sector salud, en particular en el manejo de materiales de la logística hospitalaria a partir de la teoría de Lean Manufacturing. Esta propuesta contribuye al desarrollo de alternativas para la gestión de la logística hospitalaria y surge debido a la poca información acerca de las posibles aplicaciones de las técnicas de Lean Manufacturing en la logística hospitalaria colombiana, especialmente en el área de manejo de materiales.

Para lograr la propuesta metodológica se realizó un análisis profundo de la teoría de Lean Manufacturing y sus técnicas, encontrándose que más que un grupo de técnicas, Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo que debe contar con una nueva cultura organizacional de mejora continua encaminada a los objetivos de la organización para poder alcanzar los resultados esperados con dichas técnicas. Simultáneamente, se realizó una caracterización del manejo de materiales de la logística hospitalaria en el contexto Colombiano, con la cual se determinó los cinco megaprosesos de la logística hospitalaria en el manejo de materiales que establece este proyecto y los problemas que surgen al interior de estos los cuales posiblemente serán mitigados por las técnicas de Lean Manufacturing.

Como se mencionó anteriormente, el centro de salud debe contar con una filosofía de trabajo y una cultura organizacional encaminada a la mejora continua, para poder implementar las técnicas de Lean Manufacturing y que estas alcancen con éxito los resultados esperados, por lo cual en este proyecto se establecen cuatro niveles de madurez dependiendo del grado de cultura con la que la organización cuenta. Dicho nivel de madurez es determinado por medio de una encuesta que busca establecer la contribución logística de cada centro hospitalario, dando paso a ciertas posibles técnicas de Lean Manufacturing con las cuales se trata de resolver los problemas encontrados en el centro de salud y que abarca este proyecto dentro del manejo de materiales. Por último, se realiza una propuesta metodológica donde se describen los pasos que una organización prestadora de salud debe seguir para poder implementar algunas de las técnicas de Lean Manufacturing dentro del manejo de materiales alcanzando los resultados esperados por dicho centro de salud. Esta metodología propuesta se realizó a partir de la teoría y fue validada por un experto tanto en la logística hospitalaria como Lean Manufacturing.

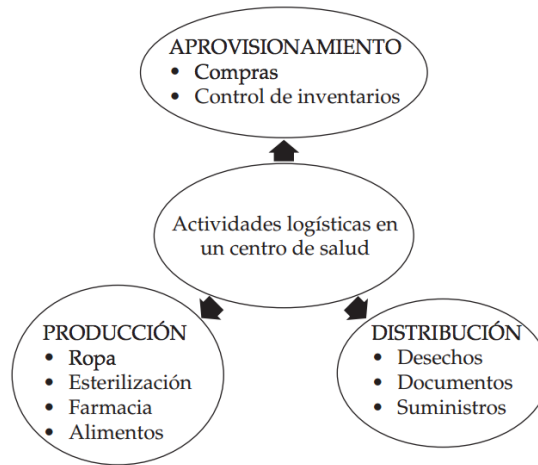
**Palabras claves: Propuesta Metodológica, Lean Manufacturing, Logística Hospitalaria, Manejo de Materiales.**

## **INTRODUCCIÓN**

Desde la promulgación de la ley 100 de 1993, el Sistema de Salud Colombiano ha enfrentado innumerables retos, principalmente de acceso de los colombianos al mismo. En primera instancia, dicha ley ofrecía un futuro prometedor para el sistema debido a que buscaba aumentar la cobertura de los colombianos, sin embargo, dado que no se generó una inversión en las instituciones prestadoras de servicio de salud (IPS) acorde a los requerimientos de dicho aumento de usuarios, terminó generando una congestión en el sistema y una disminución del acceso de los colombianos al mismo (Ayala García, 2014).

Asimismo, dicha crisis del Sistema de Salud Colombiano se encuentra acompañada de problemas de gestión de los mismos, donde el hecho de que las operaciones logísticas estén siendo llevadas a cabo por personal médico, genera bajos estándares de competitividad por sobrecostos en el área de abastecimiento de insumos, entre otros (La salud en Colombia, 2012). Dicho panorama, ofrece una especial oportunidad de investigación para el desarrollo del presente proyecto de grado, dado que permite entrever que el manejo de materiales en las IPS puede llegar a ser potencializado mediante la adopción de filosofías, habilidades, herramientas y prácticas de la Ingeniería Industrial, que le permitan a los centros asistenciales contar con una oportunidad de mejora de su competitividad a través del mejoramiento continuo de sus procesos de manejo de materiales.

De igual manera, partiendo de que cerca del 46% del presupuesto de un hospital se invierte en operaciones logísticas, las cuales se resumen en el siguiente gráfico:



**Gráfico 1. Actividades logísticas realizadas en los centros hospitalarios. Fuente: (La salud en Colombia, 2012)**

Se logra evidenciar que las decisiones tomadas desde la gestión de las operaciones logísticas inciden directamente sobre el desempeño del hospital, debido a que desperdicios y sobrecostos en el mismo, ocasionan directamente la competitividad del mismo.

Es por todo lo anterior, que se considera importante la realización del proyecto, puesto que permite, mediante la filosofía Lean, detectar los focos de desperdicio en las operaciones de manejo de materiales de la logística hospitalaria y aportar al desempeño de los hospitales gracias a reducción de dichos desperdicios.

# **1 CAPÍTULO I. Definición del Problema**

## **1.1 Contexto del Problema**

El sistema de salud es quizás uno de los tópicos más debatidos al interior del gobierno colombiano. Día a día son más palpables para la comunidad los bajos índices de servicio al cliente y la escasa organización al interior de los centros asistenciales. Es común observar largas filas en las puertas de los hospitales, citas asignadas con mucho más tiempo de lo requerido, altos costos de medicamentos y atención, entre otros. Situaciones que ponen en tela de juicio la calidad del servicio en el sector salud colombiano (Orígenes de las deficiencias del sistema de salud colombiano, 2015).

A pesar de que el gobierno nacional con la promulgación de la ley 100 de 1993 pretendió mejorar el sistema de salud con base a las principales limitaciones de los colombianos de acceso al mismo (factores económicos y geográficos), únicamente se lograron mejoras sustanciales con respecto a la cobertura (zonas rurales) y la brecha generada con respecto al acceso fue mayor, debido a que se aumentó la demanda percibida por cada centro de salud pero no se realizó una inversión acorde a sus nuevos requerimientos. (Ayala García, 2014)

	Variable	1997	2012	Variación (pp)
Regiones	Valle del Cauca	-	83,7	-
	Antioquia	81,7	82,9	1,2
	Bogotá	87,7	81,1	-6,7
	San Andrés, Providencia y Santa Catalina	94,2	76,2	-18,0
	Pacífica(sin Valle del Cauca para 2012)	82,2	74,4	-
	Oriental	67,8	72,8	5,0
	Caribe	80,2	70,6	-9,6
	Central	78,8	69,4	-9,4
Zonas	Orinoquía – Amazonía	82,7	69,0	-13,7
	Cabecera	83,0	77,5	-5,4
	Centros poblados, inspección de policía	75,5	67,9	-7,6
	Área rural dispersa	62,5	68,9	6,4
	Nacional	79,1	75,5	-3,6

\* Pacífica: Cauca, Nariño y Chocó. Oriental: Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander, Santander. Orinoquía: Arauca, Casanare, Putumayo, Amazonas. Central: Caldas, Caquetá, Huila, Quindío, Risaralda, Tolima. Caribe: Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena y Sucre.

**Tabla 1 Porcentaje de personas con acceso médico por ubicación geográfica, 1997 y 2012. Fuente: Banco de la república**

Sin embargo, algo que se debe rescatar del sistema de salud colombiano es que ha logrado en 22 años incrementar en un 72% aproximadamente la cobertura e inclusión de los colombianos a los servicios médicos ofrecidos tanto por instituciones prestadoras de salud públicas como privadas. (Agudelo Calderón, Cardona Botero, Ortega Bolaños, & Robledo Martínez)

Por otro lado, dado que el gobierno nacional invierte en salud publica per cápita únicamente 17% de lo que invierten otros países como Estados Unidos (Gasto en salud per cápita (US\$ a precios actuales)), resulta inasequible para la instituciones prestadoras de servicios de salud acceder a tecnología, entre otros para el mejoramiento de sus operaciones y ser más eficientes. Asimismo, se logra apreciar que otra de las problemáticas internas de los centros de salud es el hecho de que las operaciones logísticas estén siendo llevadas a cabo por personal médico, lo cual genera bajos estándares de competitividad por sobre costos en el área de abastecimiento de insumos, entre otros (La salud en Colombia, 2012)

Lo anterior se debe principalmente a que en Colombia, la mayoría de los al ser el personal medico el que lleva a cabo las operaciones logísticas, desconocen las oportunidades de mejora a través de las herramientas que la ingeniería industrial ha desarrollado con el fin de la gestión eficiente de los recursos. Es en este punto en donde se aprecia una gran oportunidad de mejora, donde la aplicación de herramientas que brinda la ingeniería industrial resultan ser muy atractivas a la hora de rediseñar los procesos tradicionales y aportar a todos los problemas sociales que acarrea la ineficiencia actual.

Una de dichas herramientas es Lean Manufacturing, la cual integra una serie de técnicas y puede ser considerado como un modelo de gestión que intenta maximizar la eficiencia de los recursos de tal manera que se erradiquen los diferentes sobrecostos o desperdicios en las operaciones (Las 6M). Por otro lado, esta filosofía de gestión fue implementada por primera vez en Japón por Toyota, bajo el nombre de “Toyota Production System” y aunque esta metodología en sus inicios se desarrolló para el sector productivo, en las últimas décadas ha evolucionado su campo de acción hacia el sector servicios, no obstante, no ha tenido mucha acogida debido a su escasa madurez.

Por tal motivo, existe una gran incertidumbre sobre cómo aplicar Lean Manufacturing en los servicios y especialmente en el sector salud colombiano. Asimismo, se espera que todos los posibles ahorros que se puedan ejecutar mediante esta metodología sirvan como entradas para el proceso de mejoramiento continuo de la calidad de los mismos y para la mejor administración de los recursos.

## **1.2 Análisis y Justificación**

Las instituciones prestadoras de servicios de salud (I.P.S) se encuentran inmersas en una red estatal, que es la encargada de brindarles el capital para su funcionamiento y regularla mediante diferentes dependencias con el fin de asegurar buenas prácticas al interior de las mismas. Este proyecto también abarca el sector privado, pero el sector crítico se encuentra en el público. A continuación se presenta un breve esquema de dicha red:

## SISTEMA DE SALUD EN COLOMBIA



Gráfico 2. Sistema de salud en Colombia. Fuente: Quirúrgicos LTDA.

Sin embargo, dado el alcance del presente proyecto (logística hospitalaria) no se ahondará en el anterior esquema, no obstante, se presenta dado que es importante tener en cuenta la fuerte influencia del Estado en las IPS, el cual influencia directamente sobre las operaciones del mismo mediante sus reglamentaciones.

Realizando un enfoque o “zoom-in” en los procesos de los hospitales que se tendrán en cuenta para la realización del proyecto, se presenta el siguiente esquema sobre la cadena de suministros de estos, que permiten entender globalmente cómo inciden las diferentes entidades sobre la administración de recursos al interior de las IPS:

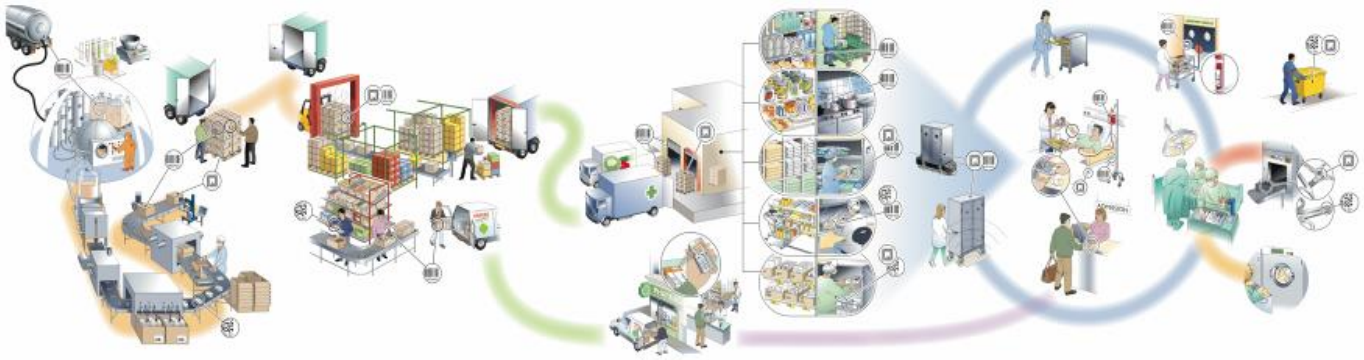


Gráfico 3. Cadena de suministros de un hospital. Fuente: GS1.

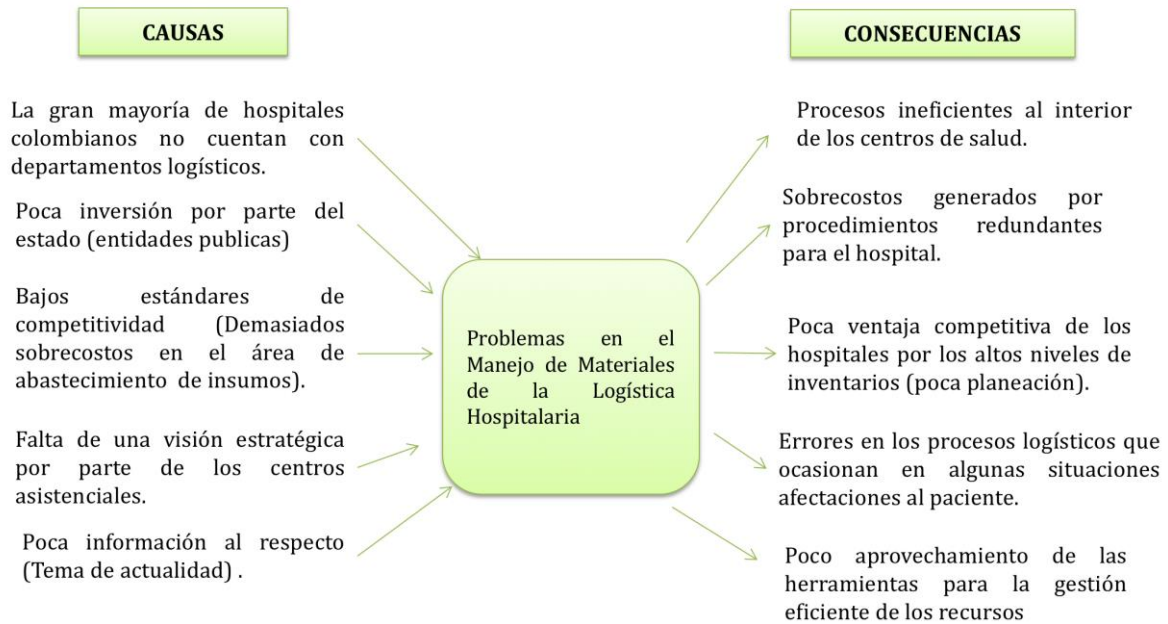
Dentro de dicha cadena de suministro se evidencia que en Colombia, existen problemas de transmisión de la información entre las diferentes entidades, lo cual ha ocasionado una serie de consecuencias que más adelante se presentarán. De igual manera, la falta de colaboración a lo largo de la misma ha incidido drásticamente sobre la ineficiencia de los procesos, en donde se destaca principalmente un caso caleño que tuvo que acudir al etiquetado interno de los códigos de barras con el fin de garantizar la trazabilidad de los productos al interior de un centro de salud, generando sobrecostos para el mismo. (Herrera Linares & Levy Mendoza, 2013)

Además, realizando una conexión entre los dos gráficos presentados anteriormente se logra apreciar que la poca inversión que realiza el Estado en el sistema de salud ha incidido notoriamente sobre las oportunidades de inversión tecnológica en el sector público, para el cual resulta de amplia complejidad acceder a oportunidades de mejora de la cadena de abastecimiento a través de la tecnología, generando de esta manera diversos retos en esta área.

Finalmente, explorando las herramientas de gestión eficiente de los recursos que ofrece la ingeniería industrial en el contexto colombiano, se encuentra cierta limitación a la hora de acceder a información respecto a aplicaciones de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria, debido a que principalmente el mejoramiento de los procesos logísticos a través de esta filosofía es un tema de vanguardia a nivel mundial y por ende existe poca información, además en segunda instancia, el sector salud colombiano es muy hermético en sus procesos y tiende a ser reacio a compartir información.

A partir de todo lo mencionado anteriormente, se presenta un diagrama causal en el cual se presentan los principales problemas en el manejo de materiales de la logística hospitalaria que se identificaron, los cuales podrían ser resueltos a través de las técnicas de Lean Manufacturing:





**Esquema 1 Diagrama causal de los problemas en el manejo de materiales de la logística hospitalaria**  
**Fuente: Elaboración propia**

Para terminar con el análisis del contexto, los problemas en la red logística pueden traer afectaciones a los pacientes, esto debido a un inadecuado manejo de los medicamentos y demás insumos que este maneja.

### 1.3 Formulación del Problema

Como se formuló en el anterior diagrama causas y efectos, la principal problemática a la cual se enfrentará el equipo investigador estará relacionada con la exploración de cómo implementar las técnicas de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de logística hospitalaria, debido a que existe limitación relacionada con dicha información. Por tal motivo, el proyecto contará con un desarrollo investigativo, exploratorio y de desarrollo de propuesta metodológica para la posible apropiación de la propuesta en diferentes centros de salud a nivel local.

## 2 CAPÍTULO II. Objetivos

## **2.1 Objetivo General**

Aportar al desarrollo de alternativas para la gestión de las estrategias de logística hospitalaria, a partir de la adopción de filosofías, habilidades y prácticas de la Ingeniería Industrial.

## **2.2 Objetivo del Proyecto**

Desarrollo de una propuesta metodológica para la aplicación de Lean Manufacturing en el Sector Salud, en particular en el manejo de materiales de la logística hospitalaria.

## **2.3 Objetivos Específicos**

- Analizar la literatura, trabajos anteriores realizados en la Universidad y artículos de aplicación de Lean Manufacturing en países desarrollados.
- Identificar las variables y características actuales del sector salud colombiano específicamente en el área de manejo de materiales de la logística hospitalaria.
- Diagnosticar la aplicabilidad de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria.
- Proponer una metodología para la aplicación de Lean Manufacturing en logística hospitalaria.

### **Entregables:**

- Informe con la revisión de la literatura, trabajos anteriores realizados y artículos de aplicación de Lean Manufacturing en Healthcare en países desarrollados.
- Variables y características del sector salud colombiano identificadas.
- Propuesta de metodología para la aplicación de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria.

## **3 CAPÍTULO III. Marco de Referencia**

## **3.1 Antecedentes**

### **3.1.1 Introducción**

El aumento considerable de la demanda de servicios asistenciales ha ocasionado toda una burbuja alrededor del sistema de salud colombiano. Por un lado, con la promulgación de la ley 100 en 1993 el país tomó un rumbo muy diferente al previo, dando lugar a un aumento considerable de la inclusión de las comunidades vulnerables y aisladas de los principales cascos urbanos a condiciones de sanidad acordes a los requerimientos del nuevo milenio. Sin embargo, con el aumento de la cobertura, que en la actualidad alcanza el 96% (Signo Vital, 2015), no existieron medidas tanto al interior de los centros asistenciales como en general en todo el sistema de salud, que permitieran afrontar dicho aumento de demanda de la manera más eficiente, produciendo de esta manera un constante aumento de tiempo de espera de citas para los usuarios. (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012)

Al igual que Colombia, diferentes países a lo largo del mundo atraviesan por situaciones similares, no obstante, la diferencia radica en todas las acciones de mejora (tecnológicas y humanas) que han implementado los mismos en los últimos años. Por otro lado, partiendo de que un centro asistencial al igual que una compañía cuenta con un centro de costos, en las últimas décadas se han planteado variadas analogías con el fin de implementar técnicas del sector manufacturero y de esta manera optimizar el uso de los recursos al interior de los centros hospitalarios. Sin embargo, en el camino de la implementación han existido diversas limitaciones que no han permitido una propagación de dichos análisis a los diferentes centros asistenciales de la región, como es el caso del proyecto de grado realizado por los estudiantes de la Universidad Icesi (Herrera Linares & Levy Mendoza, 2013) que plantearon un proyecto relacionado con las tecnologías de captura de datos para el mejoramiento de la logística hospitalaria.

La principal limitación de la propagación de dicho proyecto estuvo encaminada hacia el costo de la inversión necesario, lo cual excluía a gran parte del mercado de dicha propuesta, ya que los presupuestos en los centros asistenciales públicos son realmente limitados. Por tal razón, nació la necesidad de lograr acciones de mejora de bajo costo de los procesos logísticos de los centros, los cuales pueden llegar a representar entre el 30 y 45% del presupuesto del mismo. (Massó, 2007)

A raíz de todo esto, se podría considerar a las técnicas de Lean Manufacturing como la combinación adecuada para dichas adversidades, las cuales funcionan como un sistema de gestión regidas bajo la filosofía de mejoramiento continuo y cero desperdicio.

Adicionalmente, requieren bajos costos de implementación, ya que su finalidad es simplificar las tareas a través adecuaciones de los procesos, ayudas visuales, entre otras.

No obstante, debido a que las técnicas de Lean Manufacturing se lograron propagar únicamente hace algunas décadas, el desarrollo que se ha realizado en diversos sectores diferentes al manufacturero ha sido escaso, lo cual limita la visión acerca del foco planteado en este proyecto de grado. Sin embargo, es un buen insumo para el desarrollo del mismo. A continuación se presenta el desarrollo mundial que ha tenido la aplicación de Lean Manufacturing en el sector salud.

### **3.1.2 Aproximación a nivel mundial**

A nivel mundial existen diversas investigaciones sobre la aplicación de las técnicas de Lean Manufacturing en el sector salud, no obstante, son escasas las cuales se enfocan propiamente en el manejo de materiales de la logística hospitalaria. Por tal motivo, en el anexo 1 se presentarán las investigaciones que contribuyen para en el entendimiento de la aplicación de Lean Manufacturing en el sector salud, pero que no son el foco del proyecto, debido a que no están enfocados en el manejo de materiales de la logística hospitalaria. A continuación se presentan tres casos de estudio realizados en dos hospitales en España y uno en Estados Unidos que se encuentran directamente enfocados en el alcance del proyecto de grado.

#### **Fundación Hospital Calahorra**

En la Fundación Hospital Calahorra, (Muñoz Machín, 2010) a través de la aplicación de una metodología de la dirección de proyectos para la implantación de Lean en el sector sanitario español logró realizar una adecuada caracterización del flujo de valor a lo largo del mismo y un ajuste al sistema de producción o compra implicado (se cambió de un sistema tipo PUSH a uno PULL a través de una reestructuración del proceso de compras). Con base a dichos logros, se pudo plantear una propuesta de mejora acorde a las necesidades, denominada proyecto Kanban.

Finalmente, con una adecuada administración del proyecto, logro obtener unos resultados sumamente positivos como se presentan en el siguiente esquema:

Indicador	Tradicional 2004	Lean Marzo 2010	Variación
Stock almacén general	431.000,00€	278.662,99€	-48%
Stock almacén Quirófano	121.200,00€	97.250,31€	-20%
Stock almacén Digestivo	25.311,70€	18.589,12€	-36%
Stock almacén Urgencias	13.051,11€	9.895,26€	-32%
Sustituciones de personal "Shojinka"	25	0	-25
Consumos			-354.409€
Dedicación personal sanitario kanban			-107.520€

**Tabla 2 Resultados obtenidos en la fundación Hospital Calahorra. Fuente: Muñoz Machín, 2010**

Por lo cual, se llegó a concluir que la aplicación de Lean Manufacturing en la logística del hospital había sido un éxito debido a la disminución considerable de los diferentes niveles de inventario.

### **Hospital Virgen Macarena de Sevilla**

Por otro lado, (Aguilar-Escobar & Garrido-Vega, 2012) en su publicación presentan un caso de estudio en la ciudad de Sevilla en España, en donde su principal objetivo fue estudiar la aplicabilidad de los principios de la gestión Lean a la gestión de la cadena de suministros de un hospital, para lo cual desarrollaron un estudio de caso entre el periodo 2005 y 2010 en el Hospital Virgen Macarena de Sevilla a través de entrevistas a los principales funcionarios del centro asistencial acerca de las características del proceso de valor del mismo para la posterior reestructuración del proceso logístico a través de, en primera instancia, la creación de una plataforma logística, la implementación de diferentes sistemas tanto de automatización del almacenamiento como del control de la información y subcontratación de la distribución logística de medicamentos y otros insumos médicos; y en segunda instancia, de la ejecución del sistema Kanban.

Gracias a esto, lograron obtener mejoras sustanciales de la calidad del servicio, reducción en los niveles de los inventarios y disminución de los plazos de entrega de medicamentos y otros insumos. Por tal razón se logró concluir asertivamente acerca de la posibilidad de aplicar técnicas de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria.

## Virginia Mason Medical Center

A través de una fundamentación en los principios de Lean Thinking (filosofía de gestión), en el año 2002 el Centro Médico Virginia Mason puso en marcha un programa para el mejoramiento continuo de las operaciones del mismo con el fin de eliminar todos los desperdicios. Gracias al modelo de gestión desarrollado logró crear más capacidad en programas y prácticas existentes, eliminando procedimientos innecesarios a la hora de generar un valor agregado en sus servicios. Dado esto, generaron ahorros en los gastos de capital en los órdenes de 9 millones de dólares aproximadamente. Asimismo, alcanzaron los siguientes logros en su implementación:

Category	2004 Results (after 2 years of "lean")	Metric	Change from 2002
Inventory	\$1,350,000	Dollars	Down 53%
Productivity	158	FTEs	36% redeployed to other open positions
Floor Space	22,324	Sq. Ft.	Down 41%
Lead Time	23,082	Hours	Down 65%
People Distance	Traveled 267,793	Feet	Down 44%
Product Distance	Traveled 272,262	Feet	Down 72%
Setup Time	7,744	Hours	Down 82%

**Tabla 3 Resultados obtenidos por Virginia Mason Medical Center Fuente: Womack, Byrne, Fiume, Kaplan, & Toussaint, 2005.**

Por otro lado, el centro médico es enfático en que el éxito de este proyecto se debió a una disposición por parte del personal hacia el mejoramiento continuo y una generación de una cultura Lean en la misma, dado que Lean es un modelo de gestión en el cual deben estar envueltos todo el equipo de trabajo en pro de reducir o eliminar desperdicio de tiempo, dinero y energía en el cuidado de la salud, la creación de un sistema que es eficiente, eficaz y simplemente que responda a las necesidades de los pacientes.

### 3.1.3 Aproximación a nivel nacional

A nivel Colombia son mucho más limitadas las investigaciones al respecto, puesto que únicamente se logró acceder a una investigación relacionada con la aplicación de Lean en el sector salud. Sin embargo, dicha investigación no estaba desarrollada en el área de la logística hospitalaria, puesto que se desarrolló en el área de urgencias y hospitalización. Por tal motivo, no se presenta en el escrito debido a que no se centra en el alcance del proyecto.

## **3.2 Marco teórico**

A modo de introducción para el marco teórico del proyecto es importante resaltar que los dos pilares que lo fundamentan son: Lean Manufacturing y la Logística Hospitalaria, del desarrollo de ambos pilares se logrará dar forma al presente proyecto.

### **3.2.1. Origen de Lean Manufacturing**

La filosofía Lean se origina inicialmente con los trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan y modifican los conceptos de fabricación en serie a finales del siglo XIX en Estados Unidos. EL primer pensamiento Lean ocurre en 1902 en Japón por Sakichi Toyoda, quien se convertiría en el fundador de la Corporación Toyota Motor Company junto a su hijo Kiichiro cuando inventa un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba con una señal visual al operador que la maquina necesitaba atención. Esta simple y efectiva medida de “automatización con un toque humano” logro que un único operario pudiera controlar varias máquinas, lo que alcanzó una mejora en la productividad dando paso a una preocupación constante de mejorar todos los métodos de trabajo. Luego de una alianza y la inversión en la industria automotriz nace la compañía Toyota.

Los japoneses Eiji Toyoda y Taiicho Ohno padre del Lean Manufacturing empezaron a estudiar los métodos de producción de Estados Unidos con especial atención a las empresas automovilísticas, observando que el sistema rígido americano respaldaba la reducción de costos con la fabricación de grandes cantidades de vehículos pero pocos modelos cuando el futuro iba a pedir construir automóviles pequeños y modelos variados a bajo costo. Ellos concluyeron que esto solo sería posible suprimiendo los stocks y toda una serie de despilfarros, incluyendo los de aprovechamiento de las capacidades humanas. A partir de estas reflexiones, Ohno estableció las bases del nuevo sistema de gestión JIT/Just in Time (Justo a tiempo), también conocido como TPS (Toyota Manufacturing System). El sistema formulaba un principio muy simple: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”.

En la década de los 90, el modelo japonés tiene una gran promulgación a través de la publicación de “La máquina que cambio al mundo” de Womack, Jones y Roos. Donde se sintetiza el “Programa de Vehículos a Motor” que se realizó en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) con el fin de contrastar los sistemas de producción de Japón, Europa y Estados Unidos y se exponían las características de un nuevo sistema de producción utilizable en cualquier lugar del mundo. En esta obra fue donde por primera vez se utilizó la denominación Lean Manufacturing.

Según Suzuki (2004), las técnicas JIT, junto al sistema de organización del trabajo japonés JWO (Japanese Work Organization) y el Jidoka, son los fundamentos que configuran el Lean Manufacturing. El JWO consiste en idear y establecer una manera de organizar el trabajo orientado a la exhaustiva aplicación práctica de las habilidades de los trabajadores. El Jidoka consiste en proporcionar a las máquinas la capacidad de parar el proceso si detecta que no puede fabricar una pieza sin errores.

En conclusión, El origen del Lean Manufacturing se encuentra en el momento en que las empresas japonesas adoptaron una cultura de búsqueda adoptando plenamente los principios de la calidad total y mejora continua logrando un cambio de mentalidad consistente en buscar obsesivamente la forma de aplicar mejoras en la planta de fabricación a nivel de puesto de trabajo y línea de fabricación, todo ello en contacto directo con los problemas y contando con la colaboración, involucración y comunicación plena entre directivos, mandos y operarios.

### **3.2.2. Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios (Escuela de organización industrial EOI, 2013). La eliminación de desperdicios se realiza a través de tres pasos:

1. Reconocer el desperdicio y el valor añadido dentro de nuestros procesos.
2. Actuar para eliminar el desperdicio aplicando la técnica Lean más adecuada.
3. Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora.

Existen siete tipos de desperdicios dentro de la producción: Almacenamiento, sobreproducción, tiempo de espera, transporte o movimientos innecesarios, reproceso, defectos y rechazos. Dichos desperdicios se describirán posteriormente al igual que las diferentes técnicas de Lean Manufacturing que este proyecto abarca. Igualmente, mas adelante se establecerá un octavo desperdicio, el cual corresponde al no aprovechamiento del talento, capacidad y productividad humana, esta idea se desarrollará mas adelante.

Lean Manufacturing trata de eliminar las actividades que no agregan valor al cliente por medio de una transformación cultural que debe ser permanente y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas, las cuales se explicaran en el desarrollo de este marco teórico. Los beneficios que se obtienen de la



implementación de Lean Manufacturing en las organizaciones se exponen en la gráfica 4. Estos datos son resultado de un estudio realizado por Aberdeen Group entre 300 empresas implantadoras estadounidenses que muestra reducciones del 20% al 50% en los aspectos importantes de la fabricación.

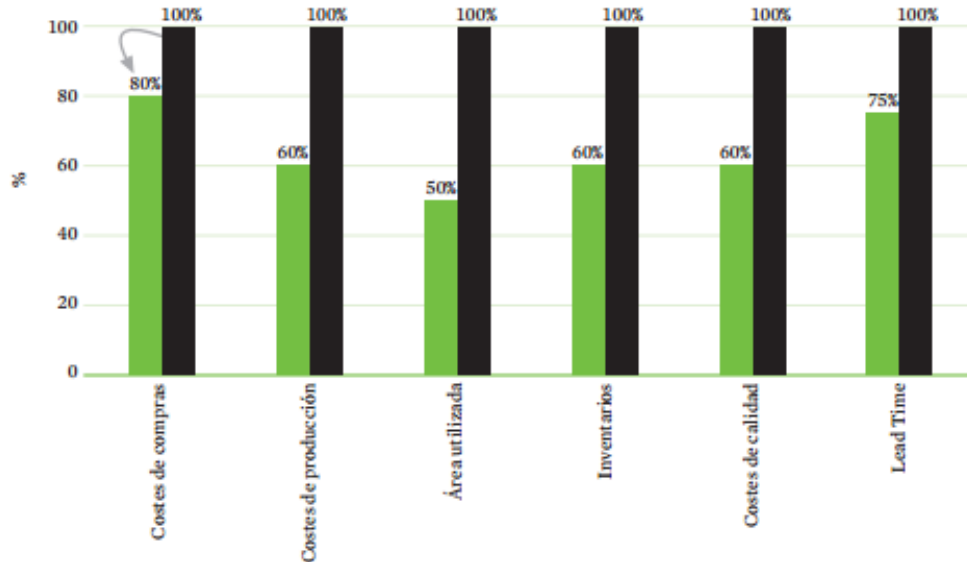


Gráfico 4 Beneficios de la implementación de Lean Manufacturing dentro de las organizaciones. Fuente: Estudio 300 empresas Aberdeen Group, 2004

### 3.2.3. Tipos de desperdicios

Al reconocer el desperdicio de cada empresa se debe seleccionar la técnica Lean Manufacturing más adecuada (Escuela de organización industrial EOI, 2013):

#### 3.2.3.1 Exceso de almacenamiento

El almacenamiento de productos es la forma de desperdicio más clara y es considerado la raíz de todos los males. Este se da por el resultado de tener una mayor cantidad de existencias de las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que haya almacenamiento antes y después del proceso indica que el flujo de producción no es continuo.

El exceso de almacenamiento hace que se encubran productos muertos, es decir materiales y productos obsoletos, defectuosos, caducados, etc. que se descubren solo cuando se realizan inventarios físicos. También se debe tener en cuenta que el almacenamiento trae consigo cuidados, mantenimiento, vigilancia, contabilidad, gestión, etc. Lo que produce un despilfarro de dinero, tiempo y recursos.

### **3.2.3.2 Sobreproducción**

Este tipo de desperdicio resulta de fabricar más cantidad que la requerida o invertir en equipos con mayor capacidad de la necesaria. Este tipo de desperdicio se traduce en tiempo perdido fabricando un producto innecesario que representa un consumo inútil de material que a la vez incrementa el nivel de almacenamiento y de transporte.

### **3.2.3.3 Tiempo de espera**

El tiempo de espera se deriva de una secuencia de un proceso ineficiente. Los procesos que no tienen un flujo continuo provocan que algunos operarios permanezcan parados mientras que a otros se les acumula trabajo. Este tiempo de espera dentro del proceso se termina transformando en tiempo de espera para el cliente y por ello insatisfacción.

### **3.2.3.4 Transporte y movimientos innecesarios**

El desperdicio por transporte es causado por movimientos de material innecesarios. Estos movimientos pueden ser causados por la lejanía entre máquinas y líneas de producción, lo ideal es que el material fluya directamente desde una estación a otra inmediatamente. Es importante replantear la ubicación de dichas estaciones porque cuantas más veces se manipule el material, se incrementa la probabilidad de que resulten dañados.

### **3.2.3.5 Defectos, rechazos y reprocesos**

Este tipo de desperdicio significa el trabajo extra que debe realizar por causa de no haber ejecutado correctamente el proceso productivo la primera vez, es decir inspecciones adicionales. Los procesos productivos deberían tener un control de calidad en tiempo real, de modo que los defectos se detecten justo cuando suceden, eliminando así que al final del proceso se tengan que hacer inspecciones y repetición de trabajos para corregir producto terminado defectuoso.

## **3.2.4. Técnicas para la aplicación de Lean Manufacturing**

A continuación se presentan las herramientas o técnicas de Lean Manufacturing de utilidad para el desarrollo de este proyecto, cabe resaltar que existen muchas más técnicas de Lean Manufacturing, pero este proyecto solo abarca las siguientes:

### **3.2.4.1 Value Stream Mapping**

El diagnóstico de un proceso es vital en para el mejoramiento del mismo. Podría hacerse un símil con la importancia de la toma de una radiografía con el diagnóstico de una enfermedad a un paciente, donde es dicho examen el que permite saber a ciencia cierta

la gravedad del problema. De esta manera, el diagnóstico a un proceso es una etapa crucial en el mejoramiento del mismo y por tal motivo a continuación se presentará la técnica desarrollada desde la filosofía Lean para el diagnóstico:

El Value Stream Mapping o mapeo de flujo de valor es una herramienta para la detección de desperdicios en un proceso en específico. De igual manera, es de gran utilidad a la hora de identificar fuentes de ventaja competitiva, universalizar un lenguaje entre las partes interesadas y establecer posibles acciones de mejora. Identifica la secuencia de actividades y el movimiento de lo que el cliente valora, teniendo en cuenta materiales, información y procesos que aportan directamente a la satisfacción del cliente (Cabrera Calva R. C.).

Por otro lado, existen diferentes tipos de diagramas con los cuales es posible representar el flujo de valor como por ejemplo el diagrama de Tortuga, Pulpo, SIPOC (Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes – proveniente de un acrónimo en inglés), siendo este último el más extendido para el desarrollo del mapeo (Cabrera Calva R. C.).

El mapeo de flujo de valor permite, a su vez, identificar el tipo de actividades que se desarrollan para la obtención de un producto, las cuales se presentan en el siguiente gráfico:

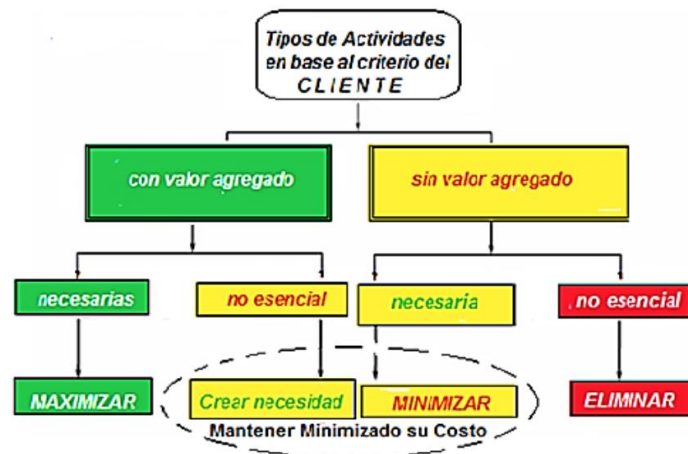


Gráfico 5. Tipos de actividades en un flujo de valor. Fuente: VSM. Value Stream Mapping. Análisis de Cadena de Valor (Cabrera Calva R. )

En el gráfico 5 se logra apreciar que partiendo desde las necesidades del cliente, una empresa puede realizar cuatro tipos de actividades. La primera de ellas, las actividades con valor agregado y necesarias son aquellas actividades principales para la satisfacción del cliente y son las que deben ser maximizadas. Por su parte, las actividades con valor agregado y no esenciales son aquellas en las cuales resulta

necesario crear una necesidad del cliente por sentir satisfacción por estas y valorarlas. Asimismo, las actividades sin valor agregado y necesarias requieren de su minimización con el objetivo mantener minimizado su costo. Finalmente, las actividades sin valor agregado y no esenciales requieren de eliminación para el mejoramiento del flujo de valor.

### 3.2.4.2 5S

La técnica 5s es una práctica de calidad que se refiere el mantenimiento integral de equipos, infraestructura y entorno en el puesto de trabajo. La aplicación de esta técnica mejora la calidad en los procesos, permite la eliminación de tiempos muertos y reduce costos dentro del proceso que se esté realizando. Para la aplicación de esta técnica se requiere el compromiso de todos los integrantes de la organización empezando por los niveles más altos dentro de la jerarquía organizacional hasta los operarios logrando un modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene.

En la gráfica 6 se muestran algunos resultados de la aplicación de las primeras 3s en empresas de todo el mundo, esta es una evidencia de los beneficios que brinda la implementación de las 5S en la organización, consiguiendo una mejora continua que involucra el compromiso de todos los integrantes de la organización y un trabajo en equipo constante (Rosas D.).

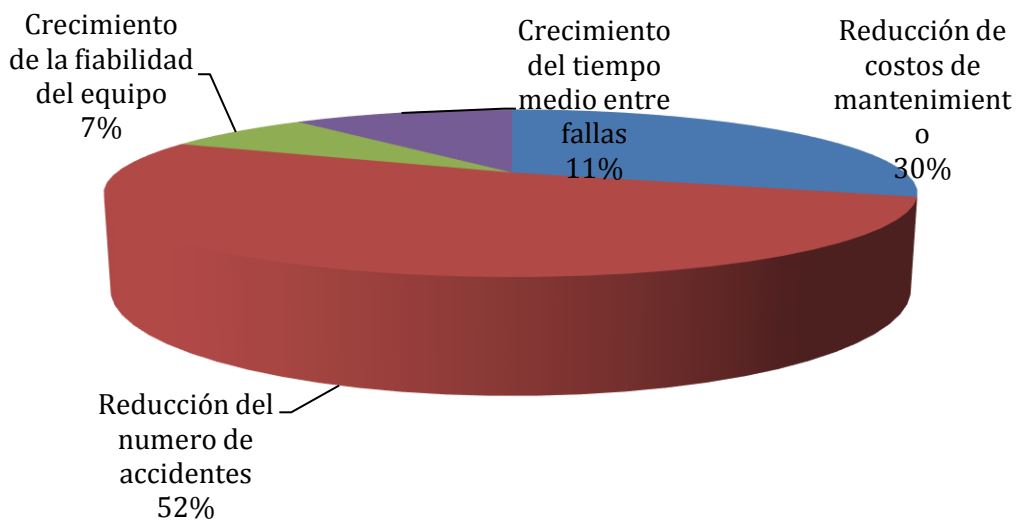


Gráfico 6 Resultado de la aplicación de las primeras 3S. Fuente: Las 5'S herramientas básicas de mejora de la calidad de vida, Justo Rosas D

Para implementar las 5s básicamente es seguir los pasos que cada S indica:

## 1S: Seiri (Clasificación)

Consiste en separar los objetos necesarios y los que no, y ubicarlos en un espacio conveniente dependiendo de su importancia. Para poner en práctica la primera S se deben resolver y atacar las siguientes preguntas:

1. ¿Qué se puede eliminar?
2. ¿Qué se debe guardar?
3. ¿Qué puede ser útil para otra persona o departamento?
4. ¿Que se debería reparar?
5. ¿Qué se podría vender?

**Recomendación:** La clasificación de residuos como compromiso con el medio ambiente y aún más dentro de la logística hospitalaria, puesto que es necesario garantizar la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares. También se tiene que tener en cuenta que esta herramienta es útil para cualquier puesto de trabajo o espacio en cualquier sector organizacional, es decir, desde un dormitorio hasta un hospital de gran complejidad.

## 2S: Seiton (Organización)

Consiste en organizar los objetos anteriormente clasificados como necesarios en espacios convenientes y estratégicos donde se puedan alcanzar con facilidad y así mismo devolverlos al mismo puesto, cada objeto debe tener un único lugar. El objetivo es tener en el puesto de trabajo o espacio lo necesario, en la cantidad justa, con la calidad requerida y en el momento y lugar adecuado. Para poner en práctica la segunda S se deben responder y atacar las siguientes preguntas aplicadas a cada uno de los objetos clasificados como necesario:

1. ¿Es posible reducir el inventario de dicho objeto?
2. ¿Es necesario que dicho objeto este a la mano?
3. ¿Todos los usuarios del puesto de trabajo conocen el nombre del objeto?
4. ¿Cuál es el mejor lugar para el objeto?

**Recomendación:** Se debe tener en cuenta que todo objeto tiene un nombre y es importante que todos los integrantes de la organización lo conozcan, es ideal que este objeto cuente con un único nombre. También cada objeto debe tener un lugar exclusivo y definido e igualmente debe ser conocido por todos los integrantes de la organización (Rosas D.).

### **3S: Seiso (Limpieza)**

Consiste en como su nombre lo dice mantener limpio el puesto de trabajo no solo como responsabilidad y requerimiento de la organización si no como conciencia de toda la organización de la importancia de la limpieza que proporciona calidad y seguridad en el puesto de trabajo. En este punto se deben limpiar e inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos.

Para conseguir que la limpieza sea un hábito se deben seguir los siguientes pasos:

1. Todos los integrantes de la organización deben limpiar utensilios y herramientas al terminar de usarlas y antes de guardarlos.
2. Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en condiciones de uso.
3. No se debe tirar nada al suelo
4. No existe ninguna excepción cuando se trata de limpieza. El objetivo no es impresionar sino tener el ambiente ideal para trabajar a gusto y obtener la Calidad Total.

(Rosas D.)

También para poner en práctica la tercera S se debe responder y atacar las siguientes preguntas:

1. ¿El puesto de trabajo puede considerarse como “Limpio”?
2. ¿Cómo se podría mantener limpio siempre el puesto de trabajo?
3. ¿Qué utensilios, tiempo o recursos son necesarios para mantener la limpieza?
4. ¿Qué podría mejorar el grado de limpieza?

**Recomendación:** Como se mencionó en el capítulo 1 de este proyecto no basta solo en implementar o asignar una responsabilidad de limpieza si no existe na conciencia de las ventajas y las oportunidades de mejora que brinda tener un espacio y entorno limpio, la cual ayuda también a que esta mejora continúe y se mantenga en el tiempo.

### **4S: Seiketsu (Estandarizar)**

Esta S también es entendida como higiene, pues consiste en el mantenimiento de la limpieza y el orden. En esta parte de la técnica 5S se busca consolidar las metas establecidas en las 3S anteriores por medio de controles periódicos de lo que está pasando en el proceso luego de la implementación.

En esta etapa de la técnica se puede acudir a otras técnicas de Lean Manufacturing como la gestión visual, puesto que por medio de tarjetas verdes y rojas se puede marcar los lugares que aún mantienen de manera correcta la técnica y los que aún no mantienen dicha limpieza y organización alertando a que existe una oportunidad de mejora. A continuación se indican otros recursos visuales que ayudan a la estandarización de la limpieza y el orden en el puesto de trabajo:

- Avisos de peligro, advertencias, limitaciones de velocidad, etc.
- Informaciones e Instrucciones sobre equipamiento y máquinas.
- Avisos de mantenimiento preventivo.
- Recordatorios sobre requisitos de limpieza.
- Aviso que ayuden a las personas a evitar errores en las operaciones de sus lugares de trabajo.
- Instrucciones y procedimientos de trabajo.

Para la implementación de esta cuarta S se deben responder y atacar estas siguientes preguntas:

1. ¿Qué tipo de carteles, avisos, advertencias, procedimientos hacen falta?
2. ¿Los que ya existen son adecuados? ¿Proporcionan seguridad e higiene?
3. En general ¿Se calificaría el entorno de trabajo como motivador y confortable?
4. En caso negativo ¿Cómo se podría colaborar para que si lo fuera?

(Rosas D.)

**Recomendación:** Las técnicas visuales utilizadas en este paso deben ser visibles a cierta distancia, deben colocarse en sitios adecuados, deben ser claros, objetivos fáciles de entender y por último, deben contribuir a la creación de un lugar de trabajo motivador y confortable.

### 5S: **Shitsuke (Disciplina)**

Esta S se considera la más importante pues si no se cuenta con una disciplina y una cultura de orden y limpieza la técnica no brindara las ventajas y beneficios a la organización. Esta etapa consiste en convertir en hábito el método estandarizado en la S anterior.

En este paso no se requiere un supervisor que castigue la discontinuidad del trabajo realizado en las anteriores S si no que es la voluntad y la cultura de todos los integrantes de la organización de hacer las cosas como se deben hacer, es decir, con buenos hábitos logrando el crecimiento a nivel humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción (Rosas D.).

Para lograr aplicar esta última S se debe tener claro y preguntar siempre:

1. ¿Qué quiero hacer?

Recomendación: Una de las partes más importantes en esta etapa es el entrenamiento y la formación de los empleados, a partir de objetivos y metas y la puesta en práctica de todas las S anteriores.

La técnica 5S permite que las demás técnicas Lean Manufacturing se implementen con mayor facilidad puesto que rompe los viejos procedimientos y adopta una cultura nueva dentro de la organización de mantenimiento del orden, limpieza e higiene (Escuela de organización industrial EOI, 2013).

Las 5S es el mejor ejemplo de que Lean Manufacturing es más que un grupo de técnicas y herramientas, Lean Manufacturing es una cultura que vista como una filosofía de trabajo brinda que la implementación de las técnicas haga efecto y den paso a la mejora continua.

#### **3.2.4.3 SMED (Single Minute Exchange of Dies / Cambio rápido de herramientas)**

La técnica SMED establece una serie de pasos, en los que se estudian concienzudamente las operaciones que tienen lugar durante el proceso de cambio de lote, haciendo posible una reducción radical del tiempo de preparación y la estandarización de operaciones.

En el gráfico 7 se muestran los elementos usados en la técnica SMED, donde se observa el elemento de interés a mejorar por medio de esta técnica, y este es el de tiempo de preparación, donde se encuentran básicamente los tiempos muertos por avería, descansos de producción y la principal preocupación, por cambio de lotes.



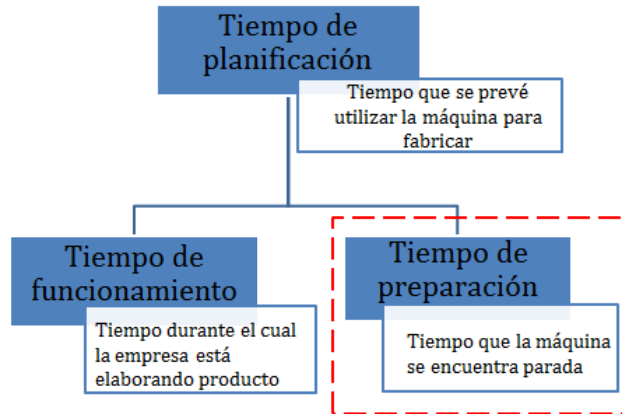


Gráfico 7 Elementos de la técnica SMED. Fuente: Autoría propia

Esta técnica busca la reducción de los tiempos de preparación de máquina, los defectos y las inspecciones y la eliminación de errores en los ajustes de útiles por medio de estos siguientes pasos (Espin Carbonell, 2013):

### 1. Observar

El proceso de cambio de lote discurre desde última pieza correcta del lote anterior, hasta la primera pieza correcta del lote siguiente. En este primer paso, se realiza la observación detallada del proceso con el fin de comprender cómo se lleva a cabo y conocer el tiempo invertido en dichos procesos. Este paso se puede llevar a cabo a partir de 3 actividades:

- Filmación completa de la operación de preparación prestando especial atención a los movimientos de manos, cuerpo y ojos.
- Creación de un equipo de trabajo multidisciplinar con el cual se aclaran dudas y se recopilan ideas.
- Elaboración del documento de trabajo donde se resumirán de forma sencilla las actividades realizadas y los tiempos que comprenden.

### 2. Identificar y separar

En este paso se debe identificar y separar las operaciones internas y externas. Se entiende por operaciones internas aquellas que se deben realizar con la máquina parada y operaciones externas las que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento.

### 3. Convertir

En esta fase las operaciones externas pasan a realizarse fuera del tiempo de cambio, reduciéndose el tiempo invertido en dicho cambio.

### 4. Refinar

En este punto se busca la optimización de todas las operaciones, tanto internas como externas, con el objetivo de acortar al máximo los tiempos empleados. Los tiempos de preparación externa se reducen mejorando la localización, identificación y organización de útiles, herramientas y resto de elementos necesarios para el cambio. Para la reducción de los tiempos de preparación interna se llevan a cabo operaciones en paralelo, se buscan métodos de sujeción rápidos y se realizan eliminaciones de ajustes.

### 5. Estandarizar

La última fase busca mantener en el tiempo la nueva metodología desarrollada. Para ello se genera documentación sobre el nuevo procedimiento de trabajo, que puede incluir documentos escritos, esquemas o nuevas grabaciones de vídeo.

Los objetivos y los pasos de la implementación de la técnica SMED se resumen en la gráfica 8.

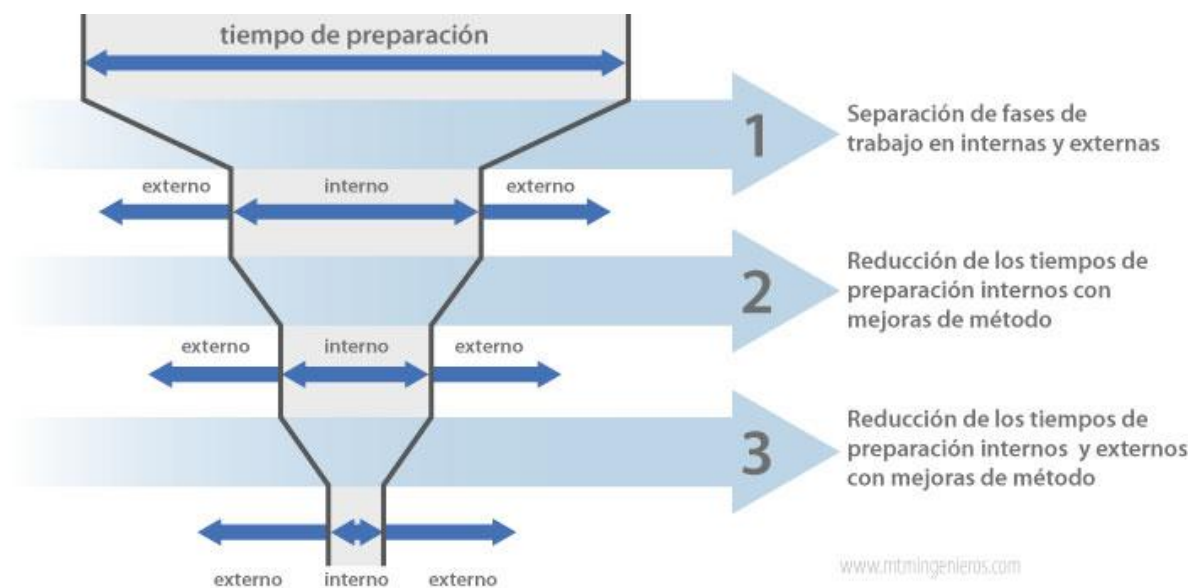


Gráfico 8 Resumen de los objetivos de la técnica SMED. Fuente: mtm ingenieros. ¿Qué es SMED?

Para concluir, los principales beneficios que se obtienen tras la aplicación de esta técnica son la transformación de tiempo no productivo en tiempo productivo, que

repercute en un incremento de la capacidad de producción y de la productividad de la planta. Otro beneficio es la reducción del lote de producción, cuyas consecuencias son un incremento de la flexibilidad de la planta frente a los cambios de la demanda, una reducción del plazo de entrega, una disminución del stock de material en curso y la consecuente liberación de espacio en la planta productiva. Y por último, se estandarizan los procedimientos de cambio de lote, estableciendo métodos de trabajo cómodos y seguros, reduciendo el producto rechazado en los procesos de ajuste, ofreciendo procesos de aprendizaje fáciles y garantizando la competitividad de la empresa a lo largo del tiempo (Espin Carbonell, 2013).

#### 3.2.4.4 Estandarización

Esta es una de las técnicas claves y la base para el alcance de la adecuada implementación de las otras técnicas de Lean Manufacturing que busca la mejora continua y una nueva cultura en la organización. El objetivo de esta técnica es lograr un comportamiento estable que genere productos y servicios con calidad homogénea, tiempos cortos y un bajo costo.

Los pasos para estandarizar un proceso son (Escuela de organización industrial EOI, 2013):

1. Definir un modo de hacer las cosas de forma estándar.
2. Mejorar
3. Verificar el efecto de la mejora.
4. Estandarizar de nuevo logrando la repetición de este ciclo, es decir la mejora continua.

Estos pasos se resumen y se describen en un ciclo llamado PHVA, una técnica de calidad que también brinda Lean Manufacturing, esta técnica se describe más adelante. El alcance de la estandarización de los procesos se muestra en la gráfica 9.



**Gráfico 9 Alcance de la estandarización. Fuente: Instituto nacional del emprendedor**

Algunos de los beneficios de estandarizar se muestra en el gráfico 9 puesto que la estandarización es la mejor forma de preservar el conocimiento y la experiencia, suministra una base para el mantenimiento y la mejora de la forma de realizar el

trabajo, previene la recurrencia de errores, minimiza la variación, entre otros (Fondo PYME).

Los dos aspectos más importante para la estandarización son: Primero que cuente con descripciones escritas y graficas que ayuden a comprender las técnicas y los conocimientos sobre métodos de hacer las cosas (Escuela de organización industrial EOI, 2013). Y como segundo aspecto la participación de los miembros del proceso por medio de capacitación puesto que son ellos los que realizan las tareas y los que establecerán y realizarán la labor estandarizada. Este último aspecto es el que evidencia la importancia de la participación de todos los integrantes de la organización buscando una cultura de mejora continua (Fondo PYME).

#### **3.2.4.5 TPM (Mantenimiento Productivo Total)**

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las averías con la participación y motivación de todos los empleados. En esta técnica donde es sumamente importante una cultura de prevención, los operarios toman conciencia de la necesidad del mantenimiento y del control permanente de los equipos para conservarlos en buen estado y detectar anomalías antes de que causen daños, es decir, realizar un mantenimiento preventivo en vez del correctivo.

La implementación de esta técnica requiere la necesidad de compromiso por parte de todos los miembros de la organización y la autoridad para que cualquier empleado pueda efectuar acciones de prevención (Sánchez Perez & Lozada Arias , 2013).

Los pasos para desarrollar la implementación de la técnica TPM se describen a continuación (García Garrido):

##### **1. Aseo inicial**

En esta fase se busca limpiar la máquina de polvo y suciedad, a fin de dejar todas sus partes perfectamente visibles. Se implementa además un programa de lubricación, se ajustan sus componentes y se reparan todos los defectos conocidos.

##### **2. Medidas para descubrir las causas de la suciedad, el polvo y las fallas**

Una vez limpia la máquina es indispensable que no vuelva a ensuciarse y a caer en el mismo estado. Se deben evitar las causas de la suciedad, el polvo y el funcionamiento irregular, se mejora el acceso a los lugares difíciles de limpiar y de lubricar y se busca reducir el tiempo que se necesita para estas dos funciones básicas.

### 3. Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación

En esta fase aparecen de nuevo las dos funciones de mantenimiento primario o de primer nivel asignadas al personal de producción: Se preparan en esta fase procedimientos estándar con el objeto que las actividades de limpieza, lubricación y ajustes menores de los componentes se puedan realizar en tiempos cortos.

### 4. Inspecciones generales

Conseguido que el personal se responsabilice de la limpieza, la lubricación y los ajustes menores, se entrena al personal de producción para que pueda inspeccionar y chequear el equipo en busca de fallos menores y fallos en fase de gestación, y por supuesto, solucionarlos.

### 5. Inspecciones autónomas

En esta quinta fase se preparan las gamas de mantenimiento autónomo, o mantenimiento operativo. Se preparan listas de chequeo (check list) de las máquinas realizadas por los propios operarios, y se ponen en práctica. Es en esta fase donde se produce la verdadera implantación del mantenimiento preventivo periódico realizado por el personal que opera la máquina.

### 6. Orden y Armonía en la distribución

La estandarización de actividades es una de las esencias de la Gestión de la Calidad Total (Total Quality Management, TQM), que es la filosofía que inspira tanto el TPM como el JIT. Se busca crear procedimientos y estándares para la limpieza, la inspección, la lubricación, el mantenimiento de registros en los que se reflejarán todas las actividades de mantenimiento y producción, la gestión de la herramienta y del repuesto, etc

### 7. Optimización y autonomía en la actividad

La última fase tiene como objetivo desarrollar una cultura hacia la mejora continua en toda la empresa: se registra sistemáticamente el tiempo entre fallos, se analizan éstos y se proponen soluciones. Y todo ello, promovido y liderado por el propio equipo de producción.

En esta técnica es oportuno definir un sistema de indicadores para capturar, medir, analizar y evaluar los resultados respecto al objetivo, principalmente el indicador

numérico natural para el TPM, denominado Índice de Eficiencia Global del Equipo (OEE). Este indicador establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido, si durante el proceso no ocurrió ninguna anomalía, es decir fue perfecto y las unidades sin defectos que realmente se han producido (Escuela de organización industrial EOI, 2013). El cálculo de dicho indicador se presenta en el gráfico 10.



Gráfico 10 Esquema de los componentes del OEE. Fuente: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Escuela de Organización Industrial EOI de España

Disponer de un OEE de 70% por ejemplo, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber fabricado, sólo ha producido 70. Un buen OEE se debe situar por encima del 85%. Este indicador permite valorar la progresión Lean a medida que se van introduciendo sucesivas mejoras (Escuela de organización industrial EOI, 2013).

### 3.2.4.6 Control Visual

El control visual es una herramienta de mejoramiento continuo que busca de una manera sencilla que cualquier persona en la organización e inclusive ajena a esta pueda determinar con una sola mirada, sin preguntar a nadie, sin tener que consultar en un computador que es lo que ocurre en la empresa o en el sitio de trabajo, como cumple sus metas y que rendimiento se está logrando (Arrieta Posada, 2000) .

El control visual no solo comunica el estado del sistema o proceso a controlar, sino que también comunica los resultados alcanzados gracias a las mejoras y buenos hábitos de los empleados. El objetivo de esta técnica es también mantener informado al personal

del impacto de sus esfuerzos en los resultados creando motivación y logrando nuevas perspectivas e ideas para la organización (Escuela de organización industrial EOI, 2013). Esta técnica promueve la cultura de la mejora continua en la organización.

### **3.2.4.7 JIDOKA**

Esta técnica permite que cualquier problema de producción sea evidente al parar la producción. Consiste en que si el proceso detecta alguna anomalía, se detiene, consiguiendo así que las piezas defectuosas no continúen en el proceso.

Los pasos de Jidoka son:

1. Detectar una anomalía
2. Parar el proceso
3. Corregir o arreglar la condición
4. Investigar la causa raíz e instalar contramedidas.

El paro en el proceso después de detectar una anomalía puede ser hecho por el operario o la misma máquina. Este último se realiza a través de mecanismos o dispositivos llamados Poka-yoke que una vez instalados evitan los defectos. Estos dispositivos pueden ser alarmas o luces que indiquen que en el proceso hay un problema y es necesario parar, estos medios también son llamados Andon los cuales también pueden ser automatizados o activados manualmente. Estos dispositivos tienen tres funciones contra los defectos: pararlos, controlarlos y avisar de ellos para que el operario por medio de otras herramientas como los 5 porque pueda descifrar la causa de la anomalía y solucionarla (Azarang Esfandiari).

El objetivo de esta técnica es lograr que el proceso tenga un autocontrol de calidad, producir piezas con cero defectos, por lo que no existirá la necesidad de reparar piezas defectuosas y convertir a máquinas y operarios en inspectores de calidad (Escuela de organización industrial EOI, 2013).

A continuación se presentan técnicas de Lean Manufacturing enfocados a la calidad, se admite, estadísticamente, que en las organizaciones sin "Gestión de mejora Continua" se tienen un mayor volumen de ineficiencia en las ventas a diferencia de las organizaciones que si hacen "Gestión de mejora Continua". El efecto que tiene la gestión de mejora continua radica en los resultados y la competitividad para la organización. En la gráfica 11 se muestra los porcentajes de volumen de ineficiencia en las ventas comparando las organizaciones que hacen gestión de mejora continua y las que no.

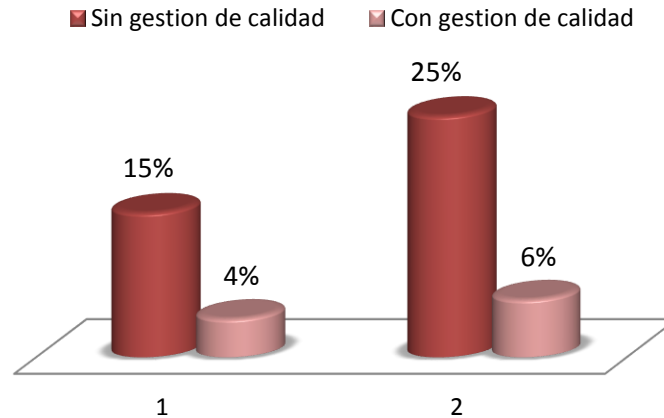


Gráfico 11 Volumen de ineficiencias de organización con y sin gestión de calidad

### 3.2.4.8 Chequeos de Autocontrol

Los chequeos de autocontrol proponen que cada operario se encargue de la inspección de su respectiva operación. Inicialmente, la tasa de defectos será mayor ya que se detectaran defectos que antes pasaban inadvertidos, pero finalmente se lograran cero defectos puesto que un defecto encontrado en una estación del proceso no seguirá avanzando hasta el final.

### 3.2.4.9 Matriz de Autocalidad

La Matriz de Autocalidad (MAQ) es una herramienta de soporte para medir tanto la frecuencia con que se producen los defectos como el lugar donde éstos se generan y detectan (Rajadell Carreras & Garriga Garzon, 2003). Esta herramienta se origina a partir de los datos de defectos anotados en las “Hojas de registro de defectos” (tabla 4) donde se registra en qué momento se encontró algún defecto.



HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS								
PRODUCTO:			Semana N°					
OPERARIO:			Turno:					
PUESTO: CONTROL ASPECTO			Línea:					
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Acumul.
1	Granos							
2	Rayas, marcas, o rebabas.							
3	Golpes o roces							
4	Ampollas o aguas							
5	Falta/exceso pintura							
6	Exceso de cola					I		
7	Retenedor roto							
Defecto no conocido:								

Tabla 4 Hoja de registro de defectos. Fuente: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Escuela de Organización Industrial EOI de España

La matriz de autocalidad se presenta en la tabla 5, la idea es que la matriz señale una diagonal principal si existieron defectos durante el proceso, puesto que si es así esta diagonal indica que todos los defectos se detectaron en la fase donde se generaron, la matriz de autocalidad es una herramienta de control con el objetivo de que no se produzca ningún incidente con el cliente, el cual es identificado por que no aparece ninguna marca en la parte inferior de la matriz (Escuela de organización industrial EOI, 2013).

		FASE DONDE SE PRODUCE EL DEFECTO							Total ppm
		Proveedor Externo	Proveedor Interno	Fase 1	Fase 2	Fase 3	-	Fase n	
FASE DONDE SE DETECTA EL DEFECTO	Fase 1								
	Fase 2								
	Fase 3								
	-								
	Fase n								
	Cliente interno								
	Cliente externo								
Total ppm									
		TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS EN UN PERIODO					TOTAL PPM		

Objetivo: Diagonalizar la matriz aquí. Los defectos se detectan donde se producen

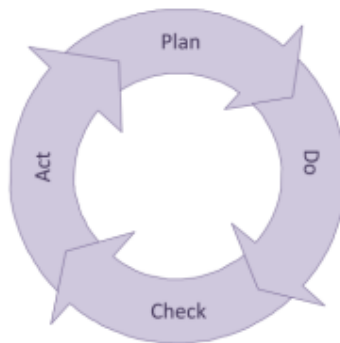
Tabla 5 Matriz de autocalidad. Fuente: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Escuela de Organización Industrial EOI de España

Como se observa en la tabla 5 la matriz de autocalidad cuenta con filas y columnas que representan cada una de las fases del proceso productivo, en las columnas se indica donde se produjeron los defectos, y en las filas donde se detectó el defecto, por ellos si el defecto se detectó donde se produjo la marca considera en el mismo cuadro, pues el defecto se produjo y se detectó en el mismo lugar. La matriz también tiene dos columnas llamadas proveedor externo y proveedor interno por si los defectos se produjeron por fuera o antes de la línea de producción, igualmente la matriz tiene dos filas llamadas cliente interno y cliente externo para indicar si los defectos fueron detectados cuando salieron de la línea de producción o aun peor llegaron a las manos del cliente.

#### 3.2.4.10 Ciclo PHVA

El ciclo PHVA es un ciclo que está en pleno movimiento y se puede desarrollar en cada uno de los procesos. Está ligado a la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto para los productos como para los procesos de la organización (Garcia P., Quispe A., & Ráez G., 2003).

El ciclo PDCA con sus siglas en ingles es el que guía todo el proceso de mejora continua que consiste en: P (plan), diagnosticar los problemas, definir los objetivos y la estrategia para abordarlos; D (do), llevar a cabo el plan, C (check), analizar los resultados; y A (act), ajustar, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y realizar una nueva P o pasar a la S, al estándar, si se han cubierto los objetivos (Escuela de organización industrial EOI, 2013). Este ciclo se representa en la gráfica 12.



**Gráfico 12 Ciclo PDCA o PHVA. Fuente: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Escuela de Organización Industrial EOI de España.**

Los elementos del ciclo se plantean detalladamente a continuación (Garcia P., Quispe A., & Ráez G., 2003):

Planificar:

- Involucrar a la gente correcta
- Recopilar los datos disponibles
- Comprender las necesidades de los clientes
- Estudiar exhaustivamente el/los procesos involucrados
- ¿Es el proceso capaz de cumplir las necesidades?
- Desarrollar el plan/entrenar al personal

Hacer:

- Implementar la mejora/verificar las causas de los problemas
- Recopilar los datos apropiados

Verificar:

- Analizar y desplegar los datos
- ¿Se han alcanzado los resultados deseados?
- Comprender y documentar las diferencias
- Revisar los problemas y errores
- ¿Qué se aprendió?
- ¿Qué queda aún por resolver?

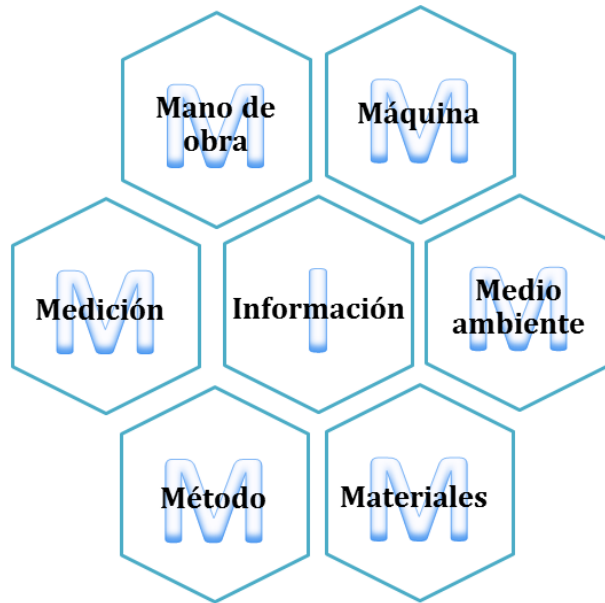
Actuar:

- Incorporar la mejora al proceso
- Comunicar la mejora a todos los integrantes de la empresa
- Identificar nuevos proyectos/problemas

Cualquier acción que tome la organización debe seguir el ciclo PHVA para que dé resultados satisfactorios pues de allí deben derivarse indicadores que evalúan la calidad de los procesos y productos que generan y que contribuyen a la mejora. Este ciclo se orienta a los procesos y es la base de la mejora continua, pues, las organizaciones lograrán el liderazgo en la medida que tengan la habilidad para mantener la excelencia de sus procesos y se comprometan con el constante desarrollo de sus objetivos, siempre orientados a la satisfacción de sus clientes.

#### **3.2.4.11 Cero Defectos**

El objetivo final de las herramientas de calidad es la obtención de cero defectos que englobe los cinco elementos claves de las fábricas (Escuela de organización industrial EOI, 2013). En la gráfica 13 se mencionan los elementos claves de mejora dentro de la organización, actualmente estos son llamados 6M + 1I.



**Gráfico 13 Elementos claves de mejora. Fuente: Elaboración propia**

Para lograr la mejora continua se requiere un plan global para lograr cero defectos utilizando las técnicas Lean ya expuestas anteriormente en cada uno de los elementos expuestos en la figura 13. En el texto "Philip Crosby" Crosby hace hincapié en cuanto a que si se exige perfección ésta puede lograrse, pero para hacerlo la alta gerencia tiene que motivar a sus trabajadores. De esta forma planteaba la importancia de las relaciones humanas en el trabajo.

Crosby propuso un programa de 14 pasos tendiente a lograr la meta de "cero defectos" empleando la planeación, implementación y operación de un programa exitoso en el mejoramiento de la calidad. Los 14 pasos se exponen en la figura 14 (Alvarado & Rivas, 2006).

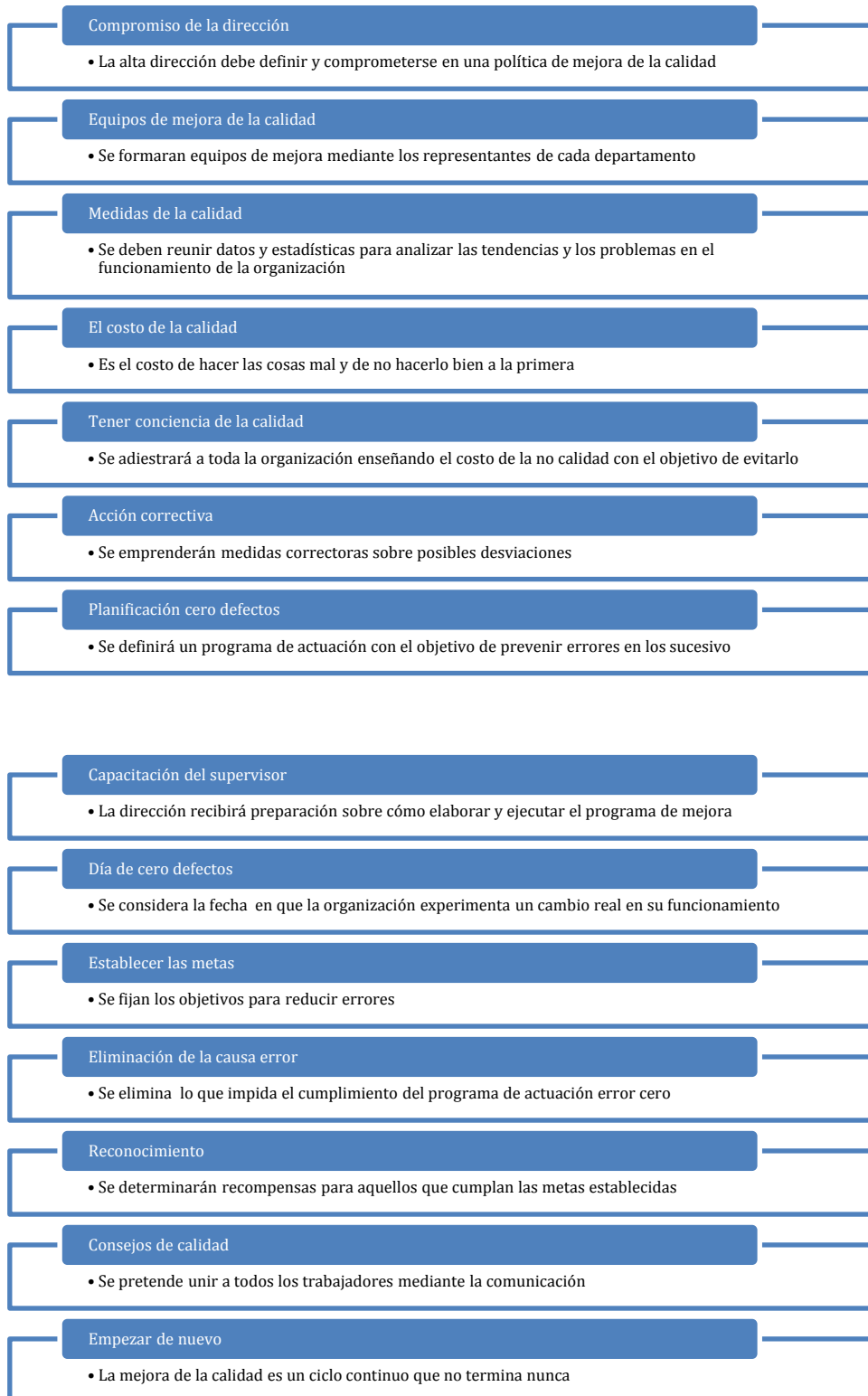


Gráfico 14. 14 pasos para alcanzar cero defectos. Fuente: Philip Crosby. (Alvarado & Rivas, 2006)

### 3.2.4.12 Seis Sigma

Seis sigma es una transformación cultural, basado en el liderazgo comprometido de la alta dirección, y se enfoca en la implantación de procesos de mejora con el objeto de reducir la variabilidad de los procesos y productos o servicios y los defectos asociados, hasta un valor objetivo de excelencia (Vargas Bonilla).

El objetivo de esta técnica es reducir la variabilidad de los procesos y eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. Tener un proceso 6 sigmas significa tener un rendimiento del 99,9996% y un máximo de 3,4 defectos entre un millón de oportunidades (DPMO). La equivalencia del nivel de sigmas de un proceso se muestra en la tabla 6.

Sigma	DPMO	Rendimiento
6	3.4	99.99966%
5	233	99.977%
4	6210	99.38%
3	66807	93.3%
2	308538	69.1%
1	691462	30.9%

Tabla 6 Equivalencia del nivel de Seis Sigma. Fuente: Vargas Bonilla.

La técnica de calidad Seis sigma es una metodología de mejora de procesos o productos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos por medio de técnicas estadísticas, esta metodología afronta el análisis de las causas para evitar su repetición.

Una de las metodologías aplicadas a esta técnica es la llamada DMAIC (Definir, medir, analizar, mejorar, controlar). Esta metodología se debe aplicar a procesos ya existentes dentro de la organización. A continuación se explica cada etapa (Vargas Bonilla):

**DEFINIR:** Clarificar el problema y angostar su alcance para tener un objetivo claro con la ayuda de un grupo multidisciplinario que aporte ideas de mejora y recomendaciones de ejecución.

**MEDIR:** Recopilar datos y prepararlos para un análisis de alto nivel, aquí es donde se calcula el sigma del proceso.

**ANALIZAR:** Identificar las fallas del proceso o donde no se puede asegurar el control eficaz para analizar dichos datos por medio de herramientas estadísticas de variación.

**MEJORAR:** Recomendar, decidir y poner en ejecución las mejoras.

CONTROLAR: Crear controles que permitan sostener y ampliar las mejoras de la anterior etapa.

### 3.2.4.13 Sistema de Participación de Personal

Los sistemas de participación del personal (SPP) consisten en un conjunto de actividades estructuradas de forma sistemática que permiten canalizar todas las iniciativas que puedan indicar oportunidades de mejora e incrementar la competitividad de las empresas. Los SPP más usados son los grupos de mejora y los programas de sugerencia, los cuales se muestran y explican en la gráfica 15 (Escuela de organización industrial EOI, 2013).

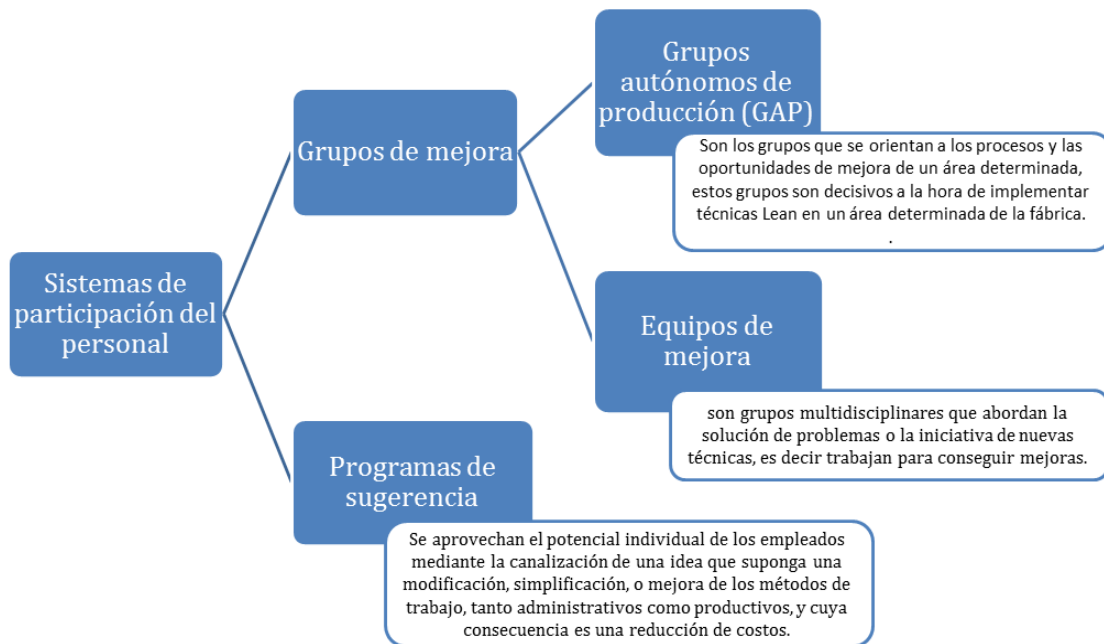


Gráfico 15 Sistemas de participación del personal más usados. Fuente: Elaboración propia

Por último se presentan las implicaciones que tiene la participación del personal en la gestión de la empresa (Gómez, 2009):

- El personal es consciente de la importancia de su trabajo y función en la empresa.
- Identificar las competencias y limitaciones del personal en el desempeño de sus tareas.
- Aceptar las responsabilidades ante los posibles problemas que puedan surgir y aportar las soluciones oportunas.

- Evaluar periódicamente el desempeño del personal de acuerdo a sus objetivos y metas personales.
- Adoptar una posición proactiva para detectar las necesidades de formación y aumentar las competencias, conocimientos y experiencias.
- Poner en común, libremente, conocimientos y experiencia.
- Permitir la discusión sin tapujos sobre los problemas y temas de interés relacionados con la gestión de la organización.

### 3.2.4.14 HEIJUNKA

Heijunka es una técnica que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un periodo de tiempo (Escuela de organización industrial EOI, 2013). Heijunka no varía la producción según la demanda del cliente sino que se basa en ella para ajustar los volúmenes y secuencias de los productos a fabricar y conseguir una producción que evite los despilfarros exigiendo una estricta atención a los principios de estandarización y estabilización (Narváez Rangel, 2012). En la grafica 16 y 17 se explica un poco más el alcance de esta técnica.

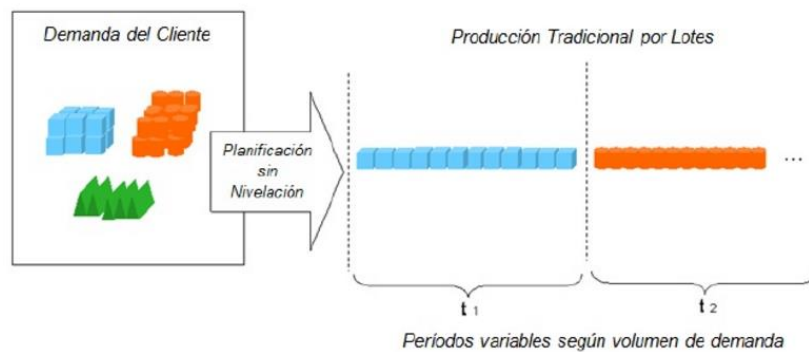


Gráfico 16 Producción tradicional. Fuente: Heijunka Herramientas de clase mundial (Narváez Rangel, 2012).



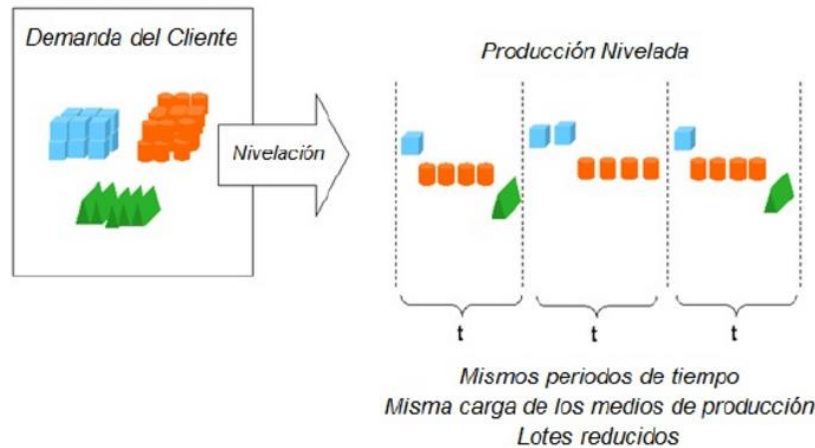


Gráfico 17 Producción nivelada (Heijunka). Fuente: Heijunka Herramientas de clase mundial (Narváez Rangel, 2012).

Para la aplicación de Heijunka existen una serie de técnicas que logra la optimización de mano de obra, minimización de inventarios y tiempos de respuesta al cliente. Estas técnicas son (Escuela de organización industrial EOI, 2013):

- Usar células de trabajo: es la creación de un Layout del flujo de la planta orientado al producto. En esta distribución las estaciones se ubican una al lado de la otra siguiendo las fases del proceso productivo. El diseño que cumple mejor las características descritas es “célula flexible” que adopta la forma física de “U”.
- Flujo continuo pieza a pieza: es el flujo continuo de la información, los materiales y los operarios, asegurando que una operación “aguas arriba” nunca hace más de lo que requiere una operación “aguas abajo”, de manera que nunca se produce más de lo que solicita un cliente.
- Producir respecto al Takt time (tiempo de ritmo): El takt, “compás” en idioma alemán, se emplea para sincronizar el tiempo de producción con el de ventas, convirtiéndose en un número de referencia que da una sensación del ritmo al que hay que producir.
- Nivelar el mix y el volumen de producción.

#### 3.2.4.15 KANBAN

Es un sistema de control sincronizado basado en tarjetas que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica y, a su vez, con la línea de montaje final (Escuela de organización industrial EOI, 2013).

Las tarjetas se adjuntan a contenedores y estas deben tener información que debe satisfacer tanto las necesidades de manufactura como las de proveedor de material. La información que dichas etiquetas deben contener es la siguiente (Dynarax Systems):

1. Numero de parte del componente y su descripción
2. Nombre/Numero del producto
3. Cantidad requerida
4. Tipo de manejo de material requerido
5. Donde debe ser almacenado cuando sea terminado
6. Punto de re-orden
7. Secuencia de ensamble/producción del producto

En conclusión, cada una de las técnicas descritas anteriormente cuenta con una fase de estandarización que logra un buen hábito dentro de la organización y la necesidad de una nueva cultura que conlleva a la mejora continua, que con el tiempo y la debida aplicación estandarizada de las técnicas la organización alcanza una filosofía de trabajo única y diferenciadora.

### **3.2.5. Logística hospitalaria**

La logística hospitalaria es una de las actividades básicas de un hospital dirigida a suministrar eficazmente los productos y fármacos necesarios para una correcta atención del paciente, es decir el consumidor final, en la gráfica 18 se exponen todas las actividades básicas de un hospital y cómo la logística hospitalaria es la más importante y punto clave de mejora. La logística hospitalaria involucra la compra, recepción, almacenaje y la distribución de los productos que se utilizan para los procesos internos del hospital.



**Gráfico 18 Principales actividades de un centro hospitalario. Fuente: Logística hospitalaria, Borja Ozares Masso. España.**

La logística hospitalaria cuenta con tres megaprocursos esenciales los cuales se exponen en la gráfica 19. Es en la logística hospitalaria donde se encuentran las mayores posibilidades de mejoras sustanciales dentro de toda la cadena hospitalaria, los servicios no ligados directamente a la actividad de salud permiten excelentes posibilidades de mejora, puesto que entre el 30 y el 45 % de los gastos presupuestarios de un hospital son utilizados en distintas actividades relacionadas con la logística. Por ello, la necesidad de desarrollar una metodología de aplicación planteada por la teoría de Lean Manufacturing en el manejo de materiales.



**Gráfico 19. Subsistemas logísticos de un hospital. Fuente: Logística hospitalaria, Borja Ozares Masso. España.**

### 3.3 Aporte Intelectual

Con la realización de este proyecto, se pretende aportar en general al sistema de salud colombiano a través del desarrollo de una metodología para la aplicación de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria, la cual se esperaba que no requiriera de grandes montos de inversión (la principal limitante del sector público) y permitiera una administración más eficiente de los recursos con los

que cuenta el centro asistencial. Asimismo, se logrará hacer una contribución a esta área del conocimiento, la cual se encuentra en fase exploratoria.

Por otro lado, en el campo de la ingeniería industrial existirá un aporte en una área poco explorada a lo largo de la carrera (manejo de materiales de la logística hospitalaria), a través de la aplicación de la filosofía Lean.

Además, es posible concluir que a pesar de que no existen muchos antecedentes en la materia de estudio, los resultados encontrados por el equipo investigador son alentadores para la puesta en marcha del presente proyecto. Asimismo, es importante resaltar que el éxito de cada uno de los antecedentes presentados radicó en la adecuada caracterización de la situación del centro asistencial, debido a que con base en dichos resultados se procede a realizar el mapeo de valor del proceso y a determinar cuáles son los principales focos mediante los cuales se están desperdiciando en mayor medida los recursos de los centros asistenciales.

De igual manera, la reestructuración del sistema de producción es clave a la hora de aplicar Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria, ya que para lograr hacer un adecuado manejo de los inventarios se requiere de un cambio de paradigma con respecto a los sistemas de producción, en donde se deje a un lado el tradicional PUSH, que no tiene en cuenta al cliente por un PULL que vive en función de él. Además, a través de la siguiente tabla se logra resumir los principales desperdicios en la cadena de valor:

Desperdicios originales	Ejemplos de desperdicios en salud (NHSIII, 2007)
Transporte	Transporte: <ul style="list-style-type: none"> <li>Personal que camina hasta el otro extremo de un área para recoger notas</li> <li>Almacenes centrales para artículos de uso común, en lugar de localizarlos en almacenes de artículos de mayor frecuencia de uso</li> </ul>
Inventario	Inventario <ul style="list-style-type: none"> <li>Exceso de existencias en almacenes que no están siendo utilizadas</li> <li>Pacientes en espera de ser dados de alta</li> <li>Listas de espera</li> </ul>
Movimiento	Movimiento <ul style="list-style-type: none"> <li>Movimiento innecesario de personal buscando papeles</li> <li>No contar con el equipo básico en cada examen/habitación</li> </ul>
En espera (retardo)	En espera <ul style="list-style-type: none"> <li>Pacientes, resultados, preceptos y medicamentos</li> <li>Médicos para dar alta a los pacientes</li> </ul>
Sobreproducción	Sobreproducción <ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitud de pruebas diagnósticas innecesarias</li> </ul>
Durante el procesamiento	Durante el proceso de atención <ul style="list-style-type: none"> <li>Duplicación de la información</li> <li>Pedir información sobre los pacientes varias veces</li> </ul>
Defectos	Corrección <ul style="list-style-type: none"> <li>Reingreso de pacientes por fallas en la atención</li> <li>Repetición de pruebas ya que la información no era correcta</li> </ul>

**Tabla 7 Ejemplos de desperdicios en salud. Fuente: (Ceballos-Acevedo, Velásquez-Restrepo, & Jaén-Posada, 2014).**

## **4 CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA**

Con el fin de garantizar la consecución del objetivo del proyecto, resultó indispensable alcanzar los diferentes objetivos específicos propuestos. Por tal motivo, a través de la conexión de las diferentes actividades involucradas en los mismos se logró aportar al desarrollo de alternativas para la gestión de los procesos de manejo de materiales de la logística hospitalaria, a partir de la adopción de filosofías, habilidades y prácticas de la Ingeniería Industrial.

### **4.1 Fase investigativa**

A raíz de esto, inicialmente el proyecto se fundamentó en el desarrollo de un marco de referencia que le permitirá conocer el contexto tanto colombiano como internacional de la aplicación de las técnicas de Lean Manufacturing y a través de los diferentes proyectos implementados, trazar diferentes lineamientos para la consecución de dicha aplicación.

Posteriormente, se procedió a realizar una caracterización del sistema de salud colombiano, donde se identificaron las principales variables y características del mismo, con el fin de determinar el contexto en el cual se desarrollará el proyecto.

Finalmente, se desarrolló una propuesta para la aplicación de la filosofía Lean en el manejo de materiales de la logística hospitalaria a través de la caracterización de los niveles de contribución de la logística hospitalaria. Asimismo, se propuso un esquema para el nivel de inicio del programa de capacitación en Lean Manufacturing, de tal manera que la aplicación de técnicas sean perdurables en el tiempo.

### **4.2 Fase de validación**

En esta segunda fase se procedió a validar con un expertos en logística hospitalaria (ESE Centro) y Lean Manufacturing, las diferentes propuestas desarrolladas.

### **4.3 Fase de desarrollo de propuesta metodológica**

Una vez terminadas las dos anteriores fases, se procedió a desarrollar una propuesta metodológica para la aplicación de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria.

Para finalizar, en el anexo 2 se presenta la matriz de marco lógico desarrollada por el equipo investigador, que comprende la serie de actividades necesarias para la consecución del objetivo del proyecto.

## 5 CAPÍTULO V. RESULTADOS

### 5.1 Analizar la literatura, trabajos anteriores realizados en la Universidad y artículos de aplicación de Lean Manufacturing en países desarrollados

Como se contemplo a lo largo del marco teórico y los antecedentes de este proyecto, Lean Manufacturing es un término que abarca diferentes conceptos y elementos, por lo cual existe la necesidad para efectos de este proyecto dejar claro lo que se entiende en este proyecto como Lean Manufacturing.

Existen diferentes definiciones de Lean Manufacturing, algunos autores lo entienden como un conjunto de herramientas, prácticas o técnicas. Womack describe Lean Manufacturing de la siguiente manera: Lean Manufacturing se define como un conjunto integrado de prácticas socio-técnicas destinados a eliminar los residuos a lo largo de toda la cadena de valor dentro y a través de las empresas (Womack J.P, 1990). Por otro lado y para evidencia de las similitudes de otras definiciones que también entienden Lean Manufacturing de esta manera, Lean Manufacturing también se puede ver desde el punto de vista práctico como un conjunto de prácticas de gestión, herramientas o técnicas para una gestión eficaz (Vujica Herzog & Tonchia, 2014).

Lean Manufacturing es entendida desde dos pilares diferentes pero que dependen uno del otro, uno es desde una perspectiva filosófica en relación con los principios y objetivos que guía la organización dentro de su cultura y su competitividad y otra desde una perspectiva práctica como un conjunto de herramientas o técnicas de gestión.

A partir de este análisis, se requiere establecer la diferencia entre filosofía, cultura, herramienta, técnica y práctica, para poder establecer criterios que permitan identificar que es Lean Manufacturing y desde que enfoque se puede observar. Las definiciones de cada concepto se muestran en el gráfico 20.

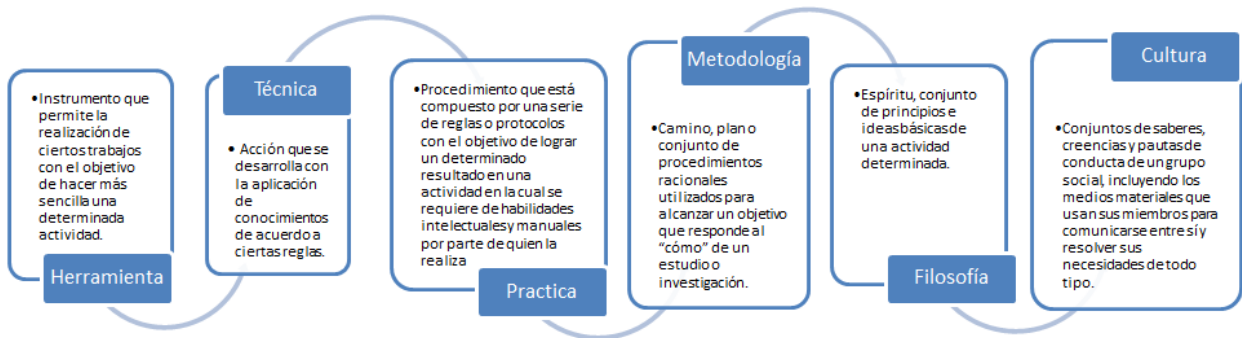


Gráfico 20 Diferencia entre términos utilizados en Lean Manufacturing. Fuente: Autoría propia.

En muchas de las definiciones que existen de Lean Manufacturing se observa que usualmente va de la mano con la participación de todos los empleados de la organización que va desde la alta dirección hasta los operarios, generando así una cultura organizacional. Diversos estudios han llegado a la conclusión de que sin el compromiso total de la alta dirección, un proyecto o un cambio de programa en toda la empresa difícilmente podrán tener éxito. Igualmente, el compromiso de la dirección con la cooperación activa de todos los empleados puede ser catalogado como el factor de éxito más importante. Como cualquier cambio en las operaciones por lo general presenta un cierto nivel de estrés para los empleados y la preparación para los cambios es el siguiente elemento esencial para el éxito (Vujica Herzog & Tonchia, 2014). De aquí la importación de una cultura y una filosofía de trabajo antes de cualquier implementación de técnicas o de cambio.

De acuerdo a las definiciones planteadas en el gráfico 20 y lo dicho anteriormente se podría establecer que Lean Manufacturing a partir de la práctica es un conjunto de técnicas en las cuales se utilizan herramientas, y que desde la perspectiva filosófica es una filosofía que conlleva a una cultura organizacional. Esta relación jerárquica se muestra en la grafica 21.

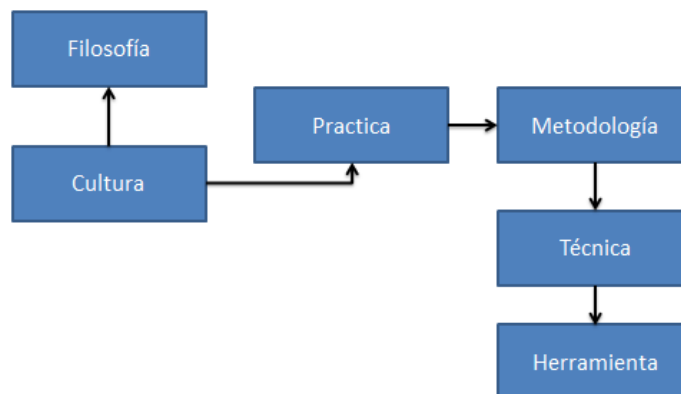


Gráfico 21 Lean Manufacturing como filosofía de trabajo. Fuente: Elaboración propia

Juntando lo presentado en la grafica 20 y 21, estas son interpretadas de la siguiente manera: Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo que cuenta con principios y conceptos de cómo se deben realizar las tareas dentro de una organización. Esta filosofía se alcanza a través de una cultura de trabajo la cual se consigue a través del tiempo por medio de la práctica donde los conocimientos se transforman en acciones. Este conjunto de elementos se convierten en una metodología de trabajo establecida que consiste en un plan o conjunto de procedimientos a seguir por todos los empleados de la organización, la cual se realiza por medio de técnicas que cuentan con herramientas brindadas por Lean Manufacturing.

Lean Manufacturing es entendido como filosofía de trabajo porque se necesita de una nueva cultura de mejora basada en la comunicación y el trabajo en equipo. Lean Manufacturing no es un concepto estático, es una combinación de distintos elementos, técnicas y aplicaciones que no son posibles sin un apoyo de los trabajadores, desde los operarios hasta los directivos. "La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas"(Escuela de organización industrial EOI, 2013)

Según Colin Herron profesor de la universidad de Newcastle puede existir una inadecuada aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing por diferentes factores. Una de ellas es el uso de la herramienta equivocada para resolver un problema, el segundo es el uso de una sola herramienta para resolver todos los problemas y la tercera es usar el mismo conjunto de herramientas sobre todos los problemas. Pero él plantea que el problema principal es la falta de comprensión de que las herramientas incluyen Gemba Kanri entendido como la "gestión de piso" (Herron, 2007)es decir, implicar a todos los trabajadores en el desarrollo y aplicación de estándares; aprovechando la capacidad de las personas para identificar y resolver problemas y la fuerte autonomía en la gestión del trabajo diario. Las herramientas de Lean Manufacturing simplemente no funcionarían sin dicha participación (Herron, 2007).

Una evidencia de lo mencionado anteriormente se indica en el artículo "Value Stream Mapping (VSM)" la cual es una herramienta que ayuda al diagnóstico y la descripción detallada de los procesos de una manera visual y sencilla (Cabrera Calva R. C.). En este artículo se plantea un nuevo desperdicio además de los siete desperdicios mencionados en el marco teórico de este proyecto, este nuevo desperdicio se toma como el más importante de todos y hace referencia al talento, capacidad y productividad humana pues este artículo plantea que: "es el recurso más valioso que puede tener cualquier empresa, debiéndose evitar la subutilización de la creatividad, y promover la innovación y el mejoramiento continuo, en especial el talento humano innato con que cuenta el obrero hasta el director general" (Cabrera Calva R. C.). Este nuevo desperdicio



es evidencia de la importancia del aprovechamiento de los trabajadores en la mejora continua, pues son ellos los que implementaran las técnicas de Lean Manufacturing y dependerá de ellos la constancia y la continuidad de dicha mejora.

Otra evidencia es lo planteado por Liker, donde se describen los 14 principios de Toyota, los cuales llevaron a dicha empresa al total éxito tanto como organización y competencia. El origen de Lean Manufacturing se da en la empresa Toyota y dentro de sus 14 principios se menciona la importancia de la participación de los empleados: Sección III: Añada valor a la organización mediante el desarrollo de su personal y de sus socios, principio 9: Haga crecer a líderes que comprendan perfectamente el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a otros, Principio 10: Desarrolle personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de su empresa(Liker, 2006). Con esto es evidente la necesidad del recurso humano para la construcción de una filosofía de trabajo y una cultura de mejora continúa.

Finalmente, antes de pensar en implementar las herramientas o técnicas de Lean Manufacturing se debe crear una cultura dentro de la organización que permita una mentalidad de cambio en todos los empleados para que el mejoramiento continuo se lleve a cabo. Por esta necesidad de cultura es que se define a Lean Manufacturing como una filosofía de trabajo (Herron, 2007) pues una mentalidad de mejora continua es parte integral del principio de eficiencia en la fabricación (Taggart & Kienhöfer, 2013).

A continuación se presenta una síntesis de las posibles técnicas de Lean Manufacturing que se pueden aplicar a la logística hospitalaria particularmente en el manejo de materiales, algunas de ellas ya han sido implementadas en Healthcare, pero hasta ahora no se ha encontrado la implementación específicamente en el manejo de materiales. Estas técnicas también son relacionadas con un nivel de complejidad, que se da dependiendo de los requerimientos necesarios para su implementación. En el cuadro # se presentan las técnicas de Lean Manufacturing abarcadas en este proyecto y los niveles de complejidad al que pertenecen(Escuela de organización industrial EOI, 2013).

Técnicas Lean Manufacturing	Nivel de complejidad	Requerimientos necesarios
5S	1	Técnicas cuyas características y claridad las hacen ser aplicables en cualquier tipo de empresa, son técnicas de sentido común que aun sin saberlo las empresas ya las han implementado.
SMED Cambio rapido de herramientas		
Estandarización		
TPM Mantenimiento Productivo Total		
Control visual		
Jidoka	2	Técnicas que requieren un mayor compromiso y cambio cultural dentro de toda la organización para su implementación, desde los operarios hasta los directivos.
Chequeos de autocontrol		
Matriz de autocalidad (MAQ)		
Ciclo PDCA		
Cero defectos		
Seis sigma		
Sistemas de participacion del personal		
Heinjunka	3	Técnicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y las cadenas logísticas, introduciéndose y afectando un poco mas la forma en que las organizaciones trabajan exigiendo recursos especializados para llevarlas a cabo.
Kanban		

**Tabla 8 Clasificación de las técnicas de Lean Manufacturing según su nivel de complejidad. Fuente: (Escuela de organización industrial EOI, 2013)**

Las técnicas planteadas en la tabla 8 se describieron en el marco teórico, igualmente mas adelante se realizara una descripción mas detallada de cómo aplicar estas técnicas en el manejo de materiales de la logística hospitalaria.

## **5.2 Identificar las variables y características del área de manejo de materiales de la logística hospitalaria**

Debido a que el eje central del presente proyecto de grado es la logística hospitalaria y es sobre esta rama que se pretende desarrollar una propuesta metodológica para su diagnóstico y oportunidad de aplicabilidad de la filosofía Lean, a continuación se procederá a profundizar en dichos temas con el fin de identificar el estado actual en Colombia. Dicho estado se comparará con los avances en la materia en otros países como Estados Unidos y Francia.

A pesar de que el término “Logística Hospitalaria” no sea muy popularizado en el medio y a la fecha es un campo donde los ingenieros industriales tienen poca acción, este se asemeja, desde la perspectiva de megaprosesos, a la logística de una compañía de servicios, donde el nivel del servicio y disminución de agotados es su fin último, al igual que una compañía de manufactura. Es por tal motivo, que siendo el sector salud diferente al manufacturero o servicios, resulta viable examinar la aplicabilidad de las técnicas y filosofías desarrolladas desde la ingeniería industrial.

Es importante entender que la logística hospitalaria se encarga de la gestión de todos aquellos procesos de apoyo realizados por una clínica u hospital con el fin de llevar a cabo su servicio, entre dichos procesos se encuentran (Aptel, Pomberg, & Pourjalali):

- Lavandería: hace referencia al proceso necesario para garantizar la higiene del personal médico y pacientes de la clínica, mediante la limpieza de la indumentaria requerida para llevar a cabo su labor.
- Manejo de materiales: representa aquellos procesos necesarios para contar con los medicamentos, insumos, implementos, herramientas, entre otros requeridos para llevar a cabo el servicio.
- Aseo de las instalaciones: tiene en cuenta los procesos requeridos para poder garantizar la asepsia de la clínica u hospital.
- Alimentación de pacientes: comprende los procesos inmersos para brindar la alimentación adecuada a los pacientes.

Al igual que la logística de servicios, la logística es necesaria para llevar a cabo los anteriores procesos, que incluyen etapas de Planeación, Compras, Producción y Distribución.

Dentro de los procesos anteriormente descritos, se evidencia en un artículo publicado por la Universidad de Hawaii de Estados Unidos y la ESC Rennes School of Business de Francia en el año 2009 (Aptel, Pomberg, & Pourjalali), que existen grandes diferencias entre la importancia que se le da a cada subproceso de la logística hospitalaria en cada país. Por un lado, en Estados Unidos se requiere un mayor grado de importancia en el proceso de recepción de materiales, mientras que en Francia el proceso de mayor importancia es el de servicios de alimentación. Lo cual hace que las prioridades en cada país, vistas desde la perspectiva del autor, sean diferentes y se le preste mayor atención a un proceso y no a otro. (Aptel, Pomberg, & Pourjalali).

## Responsabilidad

	Estados Unidos	Francia
+	Recepción	Servicios de Alimentación
	Distribución interna	Lavandería
	Suministro físico	Suministro físico
	Compras	Compras
	Manejo de inventario	Recepción
	Sistemas de manejo de información	Distribución interna
	Lavandería	Transporte
	Transporte	Manejo de inventario
-	Mantenimiento de servicios	Sistemas de manejo de información
	Servicios de alimentación	Mantenimiento de servicios
	Servicios domiciliarios	Servicios domiciliarios
	Telemedicina	Telemedicina

**Esquema 2 Importancia de los subprocesos de la logística hospitalaria en Estados Unidos y Francia.**  
Fuente: (Aptel, Pomberg, & Pourjalali)

Debido a que en Colombia existen pocos estudios en el área de la logística hospitalaria, no es posible clarificar el grado de importancia de los subprocesos de esta, por lo que el alcance del presente proyecto de grado se delimitará a la exploración al proceso de manejo de materiales.

Los subsistemas logísticos de un hospital se pueden representar mediante la figura 8, donde el aprovisionamiento engloba los megaprosesos de planeación y compras, la producción hace referencia al almacenamiento de los productos y preparación de los pedidos, y la distribución a aquel proceso mediante el cual se disponen los medicamentos y demás insumos en sus respectivas bodegas satélite para luego ser suministrados al paciente.



**Gráfico 22 Subsistemas logísticos de un hospital. Fuente: Logística hospitalaria, Borja Ozores Massó. España.**

Entendido lo anterior, es posible ahondar un poco más en los megaprosesos de cada uno de estos subsistemas logísticos, con el fin de caracterizarlos partiendo de la recopilación de la revisión bibliográfica.

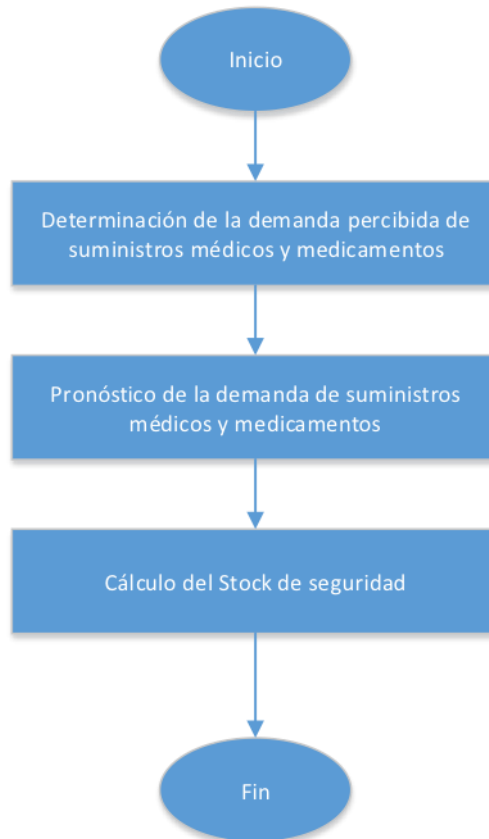
### **5.2.1 Planeación de suministros médicos y medicamentos**

La planeación de los suministros médicos y medicamentos es uno de los megaprosesos más cruciales en toda la logística hospitalaria debido a que en esta etapa es en donde se procesa la información de requerimiento de materiales teniendo en cuenta factores como la demanda percibida de estos y factores de seguridad con el fin de garantizar una correcta estimación y no incurrir en faltantes. El principal objetivo de este proceso puede describirse como la adecuada atención al cliente y un servicio de calidad, mediante la correcta planeación de requerimientos de material.

Sin embargo, la planeación de suministros se enfrenta a un constante reto y es la confiabilidad de la información de la demanda, dado que es con base en dicha información que se realiza la estimación de suministros médicos y medicamentos a requerir. De igual manera, es un proceso crucial para el área o departamento de compras, puesto que es el que brinda el estimado de productos necesarios.

La planeación de suministros médicos y medicamentos generalmente es llevada a cabo mediante pronósticos de demanda, partiendo del comportamiento de la demanda en periodos anteriores y teniendo en cuenta factores externos de difícil predicción como epidemias que afectan directamente el comportamiento de los requerimientos de suministros médicos y medicamentos, así como factores estacionales. (Massó, 2007)

A continuación se presenta un diagrama de flujo con la caracterización bibliográfica de este megaproseso:



**Esquema 3 Diagrama del flujo del megaproceso de Planeación de Suministros Médicos y Medicamentos.**  
Fuente: Elaboración propia.

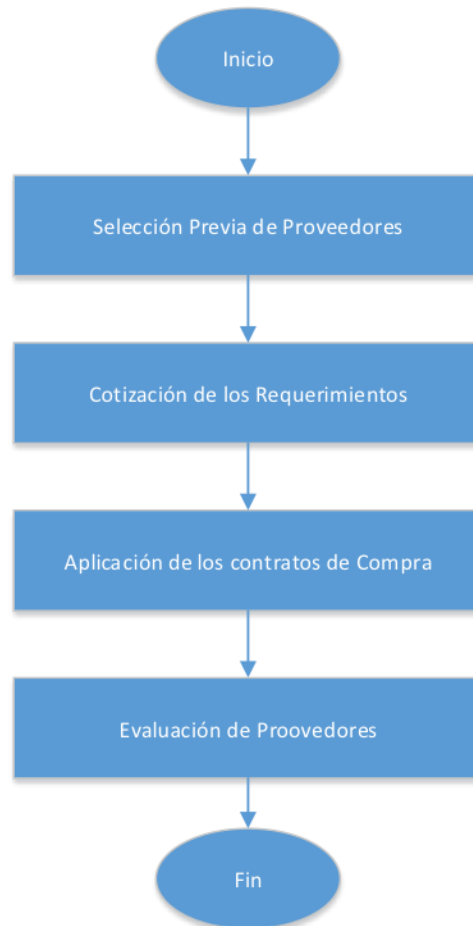
Finalmente, las actuales mejoras llevadas a cabo en este proceso han estado determinadas por el uso de tecnología como los sistemas de información y tecnologías de captura de datos (códigos de barras y RFID), sin embargo son de difícil acceso para las instituciones prestadoras de servicios de salud, debido a los altos costos de inversión.(Callender & Grasman, 2010)

### **5.2.2 Compras de suministros médicos y medicamentos**

El megaproceso de compras llevado a cabo en una institución prestadora de servicios de salud engloba subprocesos como la selección de proveedores, cotización de los diferentes requerimientos de suministros médicos y medicamentos, adjudicación de contratos de compra con proveedores seleccionados y evaluación de los mismos.

Como se mencionaba anteriormente, el proceso de compras se encuentra directamente ligado con el de planeación de los suministros médicos y medicamentos, ya que es el

último el que le brinda el insumo al primero para que pueda realizar su labor. Es por tal motivo, que los encargados de ambos procesos deben contar con excelentes relaciones de flujo de información.

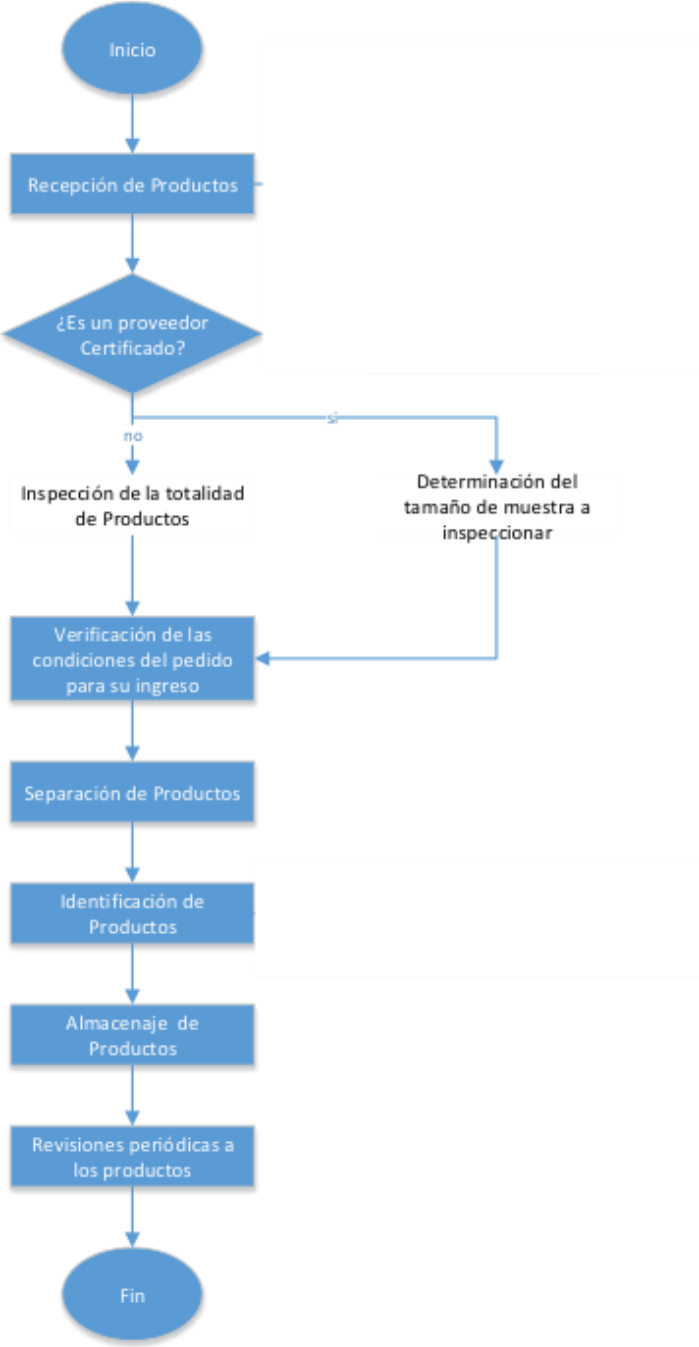


**Esquema 4 Diagrama de flujo del megaproceso de Compras de Suministros Médicos y Medicamentos.**  
Fuente: Elaboración propia.

### **5.2.3 Almacenamiento de suministros médicos y medicamentos**

El megaproceso de almacenamiento de suministros médicos y medicamentos puede considerarse igualmente de gran criticidad para las instituciones prestadoras de servicios de salud debido a que engloba la entrada de materiales y almacenaje de los mismos. La entrada de materiales o recepción de los productos es llevada a cabo los días estipulados por los proveedores, teniendo en cuenta su Lead Time o tiempo de entrega es un megaproceso que dependiendo de la existencia o no de certificación de proveedores, puede ser engorroso para el hospital, esto se debe a que en ciertas

instituciones que no cuentan con relaciones cercanas con los proveedores realizan la inspección de los suministros médicos y medicamentos uno a uno, en cambio en instituciones con relaciones cercanas y colaborativas con sus proveedores se opta como seleccionar una muestra aleatoria y únicamente son estos productos los inspeccionados.



Esquema 5 Diagrama de flujo del megaproceso de Almacenamiento de Suministros Médicos y Medicamentos. Fuente: Elaboración propia.



Dentro del megaproceso de entrada de materiales, se lleva a cabo la inspección de materiales, el cual tiene como finalidad verificar condiciones tanto administrativas como técnicas de los requerimientos de material, por un lado se constata la información de las órdenes de compra versus los productos entregados y por otro lado se verifican condiciones físicas de los suministros médicos y medicamentos, como la necesidad o no de una cadena de frío, lote de producción, fecha de vencimiento y registro INVIMA.

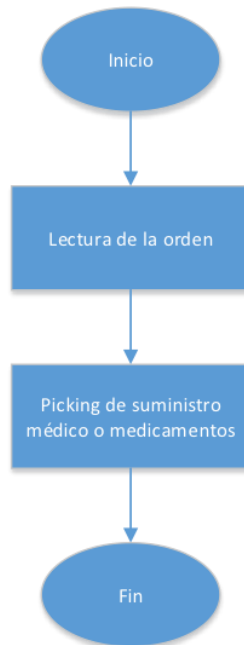
De igual manera, cerrando el subproceso de entrada de materiales, se realiza el descargue, separación e identificación de los mismos, donde dependiendo del nivel tecnológico del hospital se procede a realizar el etiquetado de estos con el fin de ingresarlos al sistema de información del mismo.

Posteriormente, se procede a realizar el subproceso de almacenaje de los suministros médicos y medicamentos en los diferentes almacenes con los que cuente en centro asistencial y de acuerdo a sus requerimientos. En una institución prestadora de servicios de salud dependiendo de su nivel de complejidad contará con diversos almacenes responsables de brindar el suministro médico o medicamento a las diferentes unidades asistenciales (cardiología, neurología, pediatría, cuidados intensivos, entre otros) por tal motivo, cumplen con la función de unidad estratégica a la hora de garantizar un reparto eficiente de los requerimientos de los pacientes.

#### **5.2.4 Preparación de pedidos**

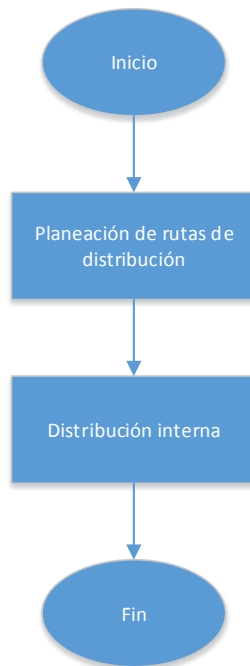
El megaproceso de preparación de pedidos en un centro asistencial puede considerarse como el más crítico entre los diferentes procesos de materiales debido a que es el encargado de realizar la lectura de la orden y la dosificación o picking del suministro médico o medicamento necesario. Su criticidad se determina por la naturaleza manual del mismo, puesto que es un proceso que al ser realizado por seres humanos puede dar lugar a errores o reprocesos, sin embargo el factor crucial para determinar la gran necesidad de atención en el mismo es que un posible error en la dosificación de un medicamento o insumo puede acarrear la muerte de un paciente y por tal motivo se pretende eliminar cualquier fuente de error.

Cabe aclarar que el subproceso de lectura de la orden dependiendo del centro asistencial puede provenir de un formato físico o digital, en donde nuevamente el factor manual de legibilidad del formato físico puede dar lugar a errores en el mismo. Además, en el subproceso de picking también existirán variantes dependiendo de la tecnología con la que cuente el hospital, donde será necesario ingresar la información de requerimientos de material al perfil del paciente.



Esquema 6 Diagrama de flujo del megaproceso de Preparación de Pedidos de Suministros Médicos y Medicamentos. Fuente: Elaboración propia.

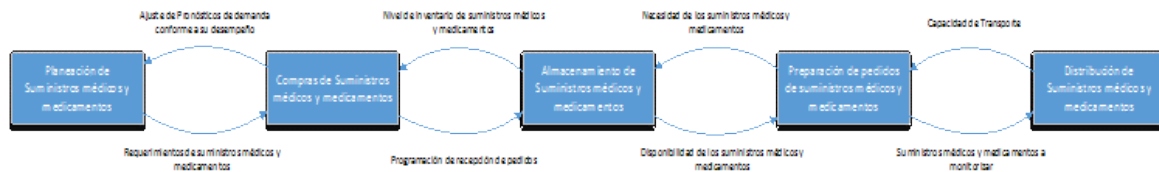
### 5.2.5 Distribución interna de suministros médicos y medicamentos



Esquema 7 Diagrama de flujo megaproceso de Distribución de Suministros Médicos y Medicamentos. Fuente: Elaboración propia.

El último megaproceso del manejo de materiales de un hospital es el de distribución interna de los suministros médicos y medicamentos, el cual es realizado generalmente por el personal médico del centro asistencial. Este proceso engloba el recibo de los productos solicitados al almacén y el transporte de los mismos al paciente o dependencia solicitada.

Finalmente, a continuación se presenta un diagrama de relaciones entre todos los megaprocesos del manejo de materiales de la logística hospitalaria con el fin de visualizar la incidencia de uno sobre el otro y esclarecer la importancia de su interconexión.



**Esquema 8 Diagrama de relaciones entre los megaprocesos del Manejo de Materiales de la Logística Hospitalaria. Fuente: Elaboración Propia**

## 5.2.6 Problemas en los megaprocesos del manejo de materiales

Como se acaba de describir, existen diversos procesos sobre los cuales se podrían aplicar posibles acciones de mejora desde la filosofía de Lean Manufacturing, de tal manera que sea posible reducir los desperdicios y optimizar los procesos. Por otro lado, como se mencionaba anteriormente, las soluciones actuales ante los problemas logísticos han sido de carácter tecnológicas como sistemas ERP, códigos de barras, entre otros. Sin embargo, analizando la realidad colombiana presentada en los diferentes proyectos de grado realizados por la universidad, en cuestión de mejoras a los procesos logísticos de los hospitales como el desarrollado por (Herrera Linares & Levy Mendoza, 2013) se evidencia o aprecia que la implementación de proyectos de carácter tecnológico tiene barreras en el país dado al factor económico, debido principalmente al poder adquisitivo y razones presupuestales de los centros asistenciales. Por tal motivo, nace la importancia de este proyecto de grado, donde se pretende explorar la aplicabilidad de otras posibles soluciones ante diversos problemas logísticos en los hospitales, las cuales resultarían ser más asequibles para estos.

Finalmente, en la tabla 9 se resumen los actuales problemas logísticos encontrados en el proyecto de (Jiménez, Guerrero, Velazco, & Amaya, 2007), donde se realizó una revisión de la literatura en logística hospitalaria. En los siguientes apartados del

proyecto de grado, se pretenderá ofrecer una oportunidad de mejora desde la filosofía de Lean Manufacturing y sirven de guía para analizar el contexto colombiano.

TIPO DE PROBLEMA	APLICACIÓN EN CENTROS HOSPITALARIOS	ESPECIFICACIONES	BIBLIOGRAFÍA
Pronósticos	Demanda de servicios y pacientes	Pronóstico por especialidades y usuarios	(Adan & Vissers, 2002) (Meitzner)
Planeación Agregada	Planeación del flujo de pacientes y de los recursos por departamentos	Determinación de las cantidades necesarias a contratar por tipo de recurso	(Dronsek, 2004)
Inventarios	Políticas de para el manejo de inventarios	Medicamentos Instrumentos quirúrgicos y utensilios médicos	(Girón & D'Alessio, 1997)
	Diseño de sistemas de información y trazabilidad de los productos	Sistematización en el control del inventario Actividades de picking	(D'Alessio, Busto, & Girón, 1997) (Porter)
	Abastecimiento coordinado	Bodega central con farmacias del hospital	(Bustamante & Lopez, 2005)
	Farmacias	Almacenamiento de las unidades de inventario	(Ruiz, 2005)
Distribución de Planta	Distribución de las áreas del hospital	Apertura de nuevos centros o dependencias	(Bustamante & Lopez, Beneficios de un centro de distribución regional de medicamentos, 2005)
	Áreas de trabajo/servicio	Distribución interna en los departamentos	(Finguer, 2002)
	Turnos	Personal médico en las diferentes áreas	
Programación de las operaciones	Asignación de Citas	Pacientes por especialidad	(Lapierre & Ruiz, 2007)
	Programación de Cirugías	Equipos y material /personal médico/ camas /insumos	(Pasin, Jobin, & Cordeau, 2002)
	Hospitalización		(Monet.P., Pasin, Landry, & M, 2003)
	Urgencias		(Aickelin & K, 2004)
	Otras actividades de Scheduling		
Distribución y Transporte	Diseño de rutas	Carros transportadores (unidosis)	
		Servicios de alimentación	(Rodríguez & Medaglia)
		Rutas de ropa limpia y ropa sucia	(Sheng, Wang, Huang, & Yen, 2006)
		Rutas de desechos y residuos hospitalarios	
Medición: Indicadores de Desempeño y Benchmarking en los problemas anteriores	Atención al paciente	Definición de Niveles de Servicio, satisfacción del paciente	Ley 100, 1993
	Indicadores Operativos	Eficiencia en la utilización de los recursos humanos, materiales y uso del tiempo	
	Indicadores de Calidad	Calidad técnica y ambiental	
	Indicadores Financieros	Eficiencia en el uso de materiales, niveles adecuados de inventarios, clasificación de actividades que generan valor agregado y actividades que no lo generan, etc.	(Longo & Masella, 2002)

Tabla 9 Analogía entre los problemas del sector industrial y los de la logística hospitalaria. Fuente: Optimización de los recursos de los hospitales: revisión de la literatura sobre logística hospitalaria (Jiménez, Guerrero, Velazco, & Amaya, 2007).

Como se logra apreciar en la tabla 9, existen diversas oportunidades de mejora desde los diferentes tipos de problemas en el sector salud identificados durante el estudio y especialmente la realidad de Colombia frente a la administración pública de los hospitales genera diversos retos para el presente proyecto de grado, el cual busca ofrecer una metodología para que cualquier hospital en Colombia que desee implementar las técnicas de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria pueda realizarlo satisfactoriamente. Asimismo, teniendo en cuenta la acotación realizada durante el proyecto de grado, los problemas a tener en cuenta para el alcance del proyecto son:

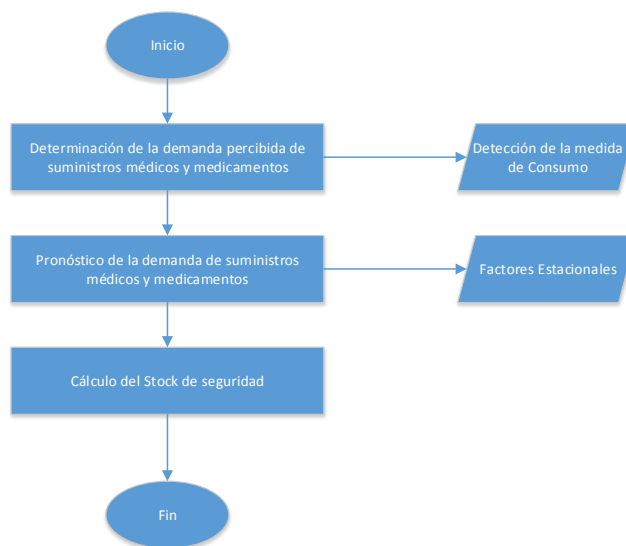
Subproceso	Tipo de problema
Planeación del suministro	Planeación del flujo de pacientes y de los recursos por departamentos
Compras	Sistematización en el control de inventarios
	Abastecimiento coordinado
Almacenamiento	Políticas para el manejo de materiales
Preparación de pedidos	Actividades de picking

**Tabla 10 Problemas en el Manejo de Materiales de la Logística Hospitalaria por cada megaproceso.**  
Fuente: Elaboración propia

### **5.2.7 Validación de la caracterización del manejo de materiales de la logística hospitalaria**

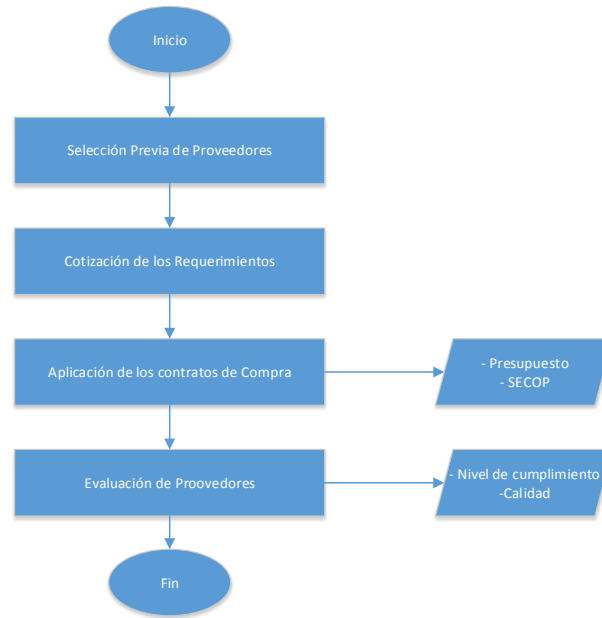
Para la validación de la revisión bibliográfica y propuesta de caracterización de los diferentes megaprosos del manejo de materiales de la logística hospitalaria se realizaron dos sesiones de encuesta y panel de discusión con la persona encargada de la logística y compras de la ESE-Centro. La ESE-Centro es una entidad prestadora de servicios de salud de carácter público ubicada en la zona centro de la ciudad de Cali, lo cual les permite atender las comunas 8, 9, 10, 11 y 12 integradas por 85 barrios a través de 17 sedes.

En dicha validación fue posible identificar ciertas características propias de los diferentes megaprosos del manejo de materiales presentes en una institución pública. Para el megaproceso de planeación de los suministros médicos y medicamentos se concluyó que al momento de determinar la demanda percibida de los productos resulta necesario realizar una detección de la medida de consumo, de tal manera que se logre percibir correctamente la demanda. Asimismo, al momento de realizar los pronósticos de los productos es importante tener en cuenta los factores estacionales que puedan afectar la confiabilidad de las estimaciones y que dichos pronósticos modelen adecuadamente la realidad de consumo de los clientes.



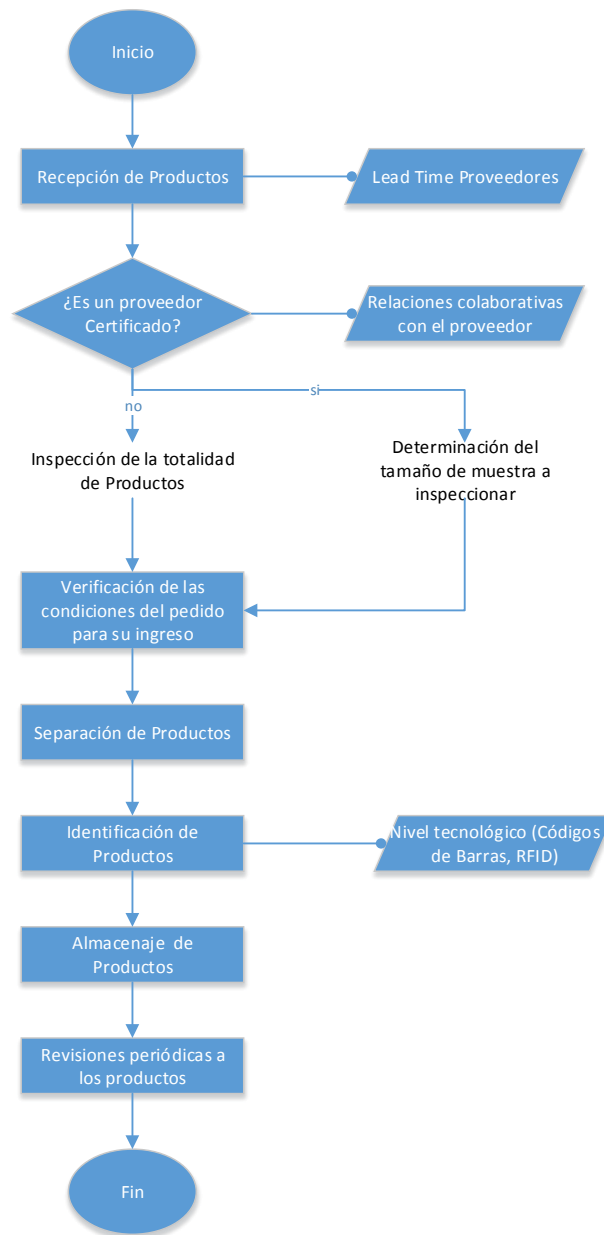
**Esquema 9 Características del megaproceso de planeación de suministro médico y medicamentos.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

De igual manera, para el megaproceso de compras de suministros médicos y medicamentos para las instituciones prestadoras de servicios de salud de carácter público se presenta que por razones de presupuesto al momento de adjudicar contratos de compra de productos resulta de vital importancia tener en cuenta el presupuesto nacional estipulado por el Gobierno y la plataforma de licitación pública SECOP, para la negociación con proveedores.



**Esquema 10 Características del megaproceso de compras de suministros médicos y medicamentos. Fuente: Elaboración propia.**

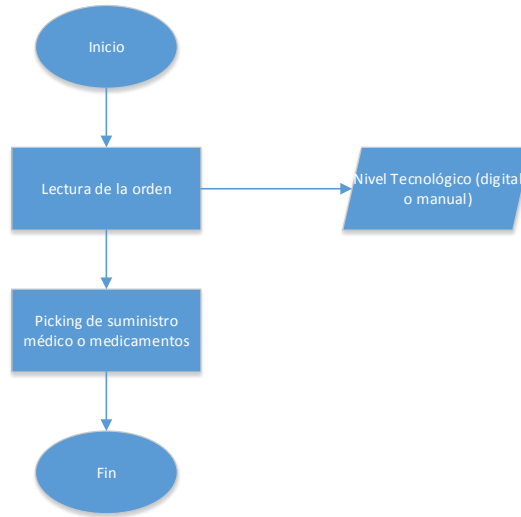
Por otro lado, para el megaproceso de almacenamiento de suministros médicos y medicamentos la recepción de productos está dada por el tiempo de entrega de proveedores o políticas de envío pactadas con anterioridad. Para el sector privado, pueden generarse relaciones colaborativas con el proveedor para mitigar el efecto látigo y propiciar relaciones gana-gana. Asimismo, la actividad de identificación de productos dependerá del nivel tecnológico del hospital como por ejemplo: códigos de barras, RFID, entre otros.



**Esquema 11 Características del megaproceso de almacenamiento de suministros médicos y medicamentos.**  
**Fuente: Elaboración propia.**

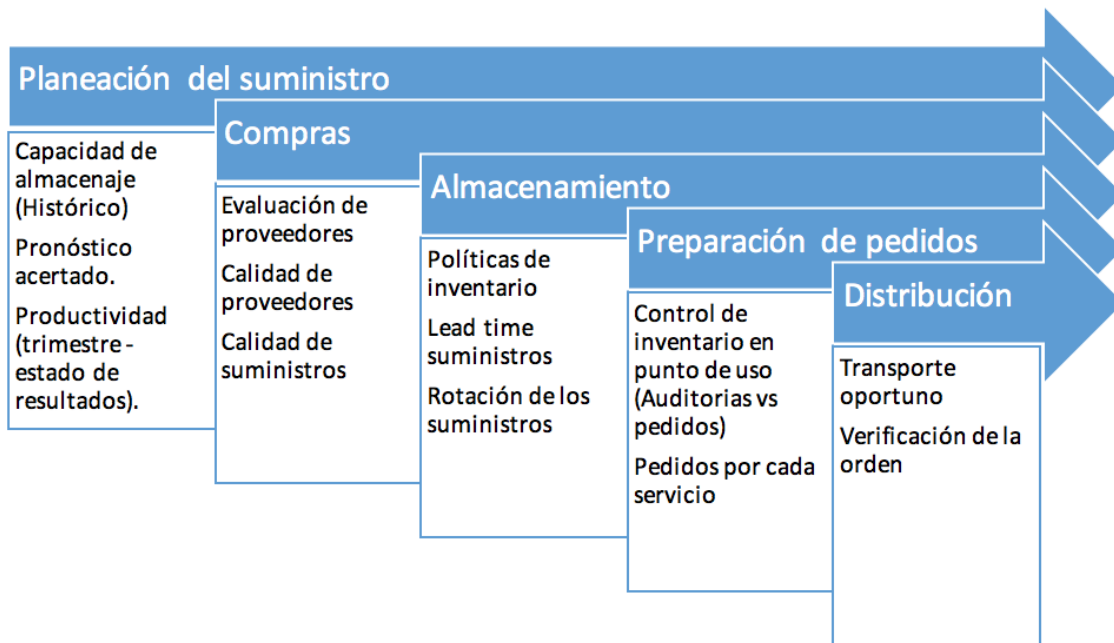
Asimismo, el megaproceso de preparación de pedidos también se encuentre determinado por la aplicación de tecnología en sus procesos, como la lectura de la orden, la cual puede evitar errores humanos a la hora de leer letra no legible.





**Esquema 12 Características del megaproceso de preparación de pedidos de suministros médicos y medicamentos. Fuente: Elaboración propia.**

Además, se logró recopilar las variables que inciden sobre los megaprocesos del manejo de materiales, en la medida en que limitan el alcance del mismo y son las que determinan que tan adecuado se está llevando a cabo dicho megaproceso.



**Esquema 13 Variables de los megaprocesos del manejo de materiales de la logística hospitalaria. Fuente: Elaboración propia.**

Para el caso de la planeación del suministro médico y los medicamentos las variables a tener en cuenta para el cumplimiento de las actividades son tener en cuenta la

capacidad de almacenaje de las bodegas con base en el histórico, de tal manera que no se planifique más de lo que se podría almacenar, la aceptabilidad del pronóstico para su revisión periódica y la productividad del hospital con base en el estado de resultados. Por otro lado, desde el megaproceso de compra de suministros médicos y medicamentos resulta de vital importancia la realización de evaluaciones a los proveedores con el fin de determinar la calidad de su servicio y de los suministros médicos y medicamentos.

Desde el almacenamiento de los suministros médicos y medicamentos se evalúan las políticas de inventario, el tiempo de entrega y la rotación de los productos con el fin de evitar desperdicios a lo largo del proceso. Asimismo, en el megaproceso de preparación de pedidos de los suministros médicos y medicamentos se realiza un control del inventario en punto de uso para determinar el verdadero requerimiento de material, es decir, se tiene en cuenta los inventarios de las bodegas satélite para estructurar la orden de envío. Finalmente, en la distribución de los suministros médicos y medicamentos se evalúa qué tan oportuno fue el transporte y la verificación de las órdenes a despachar para lograr una distribución eficaz.

### **5.3 Diagnosticar la aplicabilidad de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria**

En este proyecto de grado Lean Manufacturing será entendido como una filosofía de mejoramiento continuo fundamentada en una cultura organizacional sólida que aporta a un objetivo primario, la reducción de desperdicios. En esta definición el factor humano ejerce un alto impacto en la consecución de los resultados, debido principalmente a que es el empleado al conocer las operaciones de una empresa, quien puede llevar a cabo acciones de mejora en pro de garantizar un incremento de la productividad, de la calidad, de la eficiencia, entre otros.

Como se presenta en el artículo “Diseño de un modelo para implantar Lean con éxito” (Campos Gómez, González Sánchez, González Bolea, Hidalgo Arjona, & Sánchez Ceballos, 2012), los factores claves en la consecución de proyectos de implementación de Lean son: el liderazgo y compromiso por parte de la dirección, comunicación efectiva en la compañía, planificación adecuada del proyecto, visión compartida a través de la formación en Lean de los empleados, cultura de mejoramiento continuo, seguimiento a las acciones implementadas y medición de las mejoras (Campos Gómez, González Sánchez, González Bolea, Hidalgo Arjona, & Sánchez Ceballos, 2012).

Ahora bien, analizando la información presentada anteriormente acerca de la logística hospitalaria, específicamente del manejo de materiales se observa que es un área enfocada en la ejecución de procesos de apoyo para poder brindar un adecuado servicio al cliente, la cual incluye el flujo de los suministros médicos y medicamentos a través del centro asistencial. Sin embargo, es un área que en la mayoría de los casos cuenta con una visión de corto plazo y no presenta un enfoque estratégico.

Dado lo anterior surge el siguiente interrogante: *¿Cómo determinar qué tan estratégica u operacional es la visión del departamento o entidad encargado de llevar a cabo el manejo de materiales de un hospital, para de esta manera realizar una conexión con la cultura Lean?*

Debido a los limitados avances que se han realizado en la actualidad en el tema, resultó difícil encontrar publicaciones que resolvieran el anterior interrogante, por lo que se optó por basarse en mejores prácticas de la industria, propuestas desde la perspectiva de cadena de abastecimiento (Sistema colaborativo de gestión que incluye las diferentes entidades envueltas en la producción de un producto o servicio, como proveedores y productores, y los diferentes clientes). Esta información permite a determinación de la madurez de una cadena para de esta manera implementar posibles acciones de mejora, donde el principal objetivo es la determinación de un mecanismo para verificar el nivel de madurez del manejo de materiales, donde fuera posible

evaluar que tal están los procesos de los centros asistenciales desde una perspectiva estratégica y no simplemente operacional.

En la investigación realizada con el fin de determinar los estados de madurez de la logística hospitalaria a través de lo propuesto desde la cadena de abastecimiento se evidencia por parte de estudios americanos (Callender & Grasman, 2010), un enfoque hacia la utilización de tecnología como mecanismo para mejorar los procesos. Sin embargo, desde el enfoque estratégico adoptado en Japón la tecnología es considerada con un medio más no la finalidad, dado que su factor cultural es diferente al estadounidense. Por tal motivo, decide descartarse dicha información.

Finalmente, analizando un estudio realizado en la Universidad de los Andes (Amaya, Beaulieu, Landry, Rebolledo, & Velasco, 2010) y desarrollado en tres hospitales en tres países diferentes (Francia, Canadá y Colombia) en donde se presenta un estudio acerca de la potenciación de la contribución de la logística hospitalaria en tres hospitales diferentes, se logra apreciar un esquema acerca de los diferentes niveles de la logística hospitalaria comprendidos desde una contribución operativa hasta una estratégica.

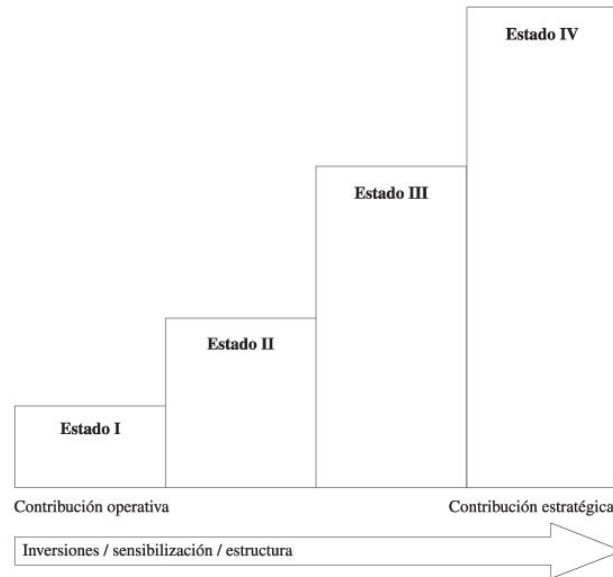
### **5.3.1 Nivel contribución logística**

Dicho estudio colombiano nació con la finalidad de examinar el gran potencial de contribución de la logística hospitalaria en la búsqueda de la calidad, la eficiencia y la cobertura de las mismas, donde se presentan dos razones por las cuales consideran pertinente el ejercicio:

- ✓ *“El debate sobre la logística hospitalaria no reside ya en la justificación de los esfuerzos destinados a mejorar su funcionamiento, sino en la manera cómo esas transformaciones deben realizarse”*(Amaya, Beaulieu, Landry, Rebolledo, & Velasco, 2010).
- ✓ *“Si estas transformaciones fueran fáciles, desde hace varios años ya se hubieron puesto en práctica en la mayoría de los establecimientos hospitalarios”*(Amaya, Beaulieu, Landry, Rebolledo, & Velasco, 2010).

Finalmente, se logra apreciar que en dicho estudio se aborda un modelo de contribución de la logística hospitalaria validado en tres instituciones prestadoras de servicios de salud en Colombia, Francia y Canadá, el cual explora el nivel de madurez de la logística a través una evolución de una cultura de trabajo operativa hasta una estratégica, acuerdo a su objetivo, visión (ninguna, corto plazo, mediano plazo o largo plazo) y tipo de inversión (ninguna, tecnológicas o humanas y tecnológicas).

Esca la de contribución de la logística hospitalaria



	Estado I	Estado II	Estado III	Estado IV
Objetivo	Minimizar problemas	Estar a la par de otros hospitales	Contribuir a mejorar el desempeño del hospital	Sostener activamente el desempeño del hospital
Visión	Ninguna	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Inversión	Ninguna significativa	Inversiones en tecnología	Inversiones humanas y tecnológicas	Inversiones humanas y tecnológicas

Esquema 14 Escala de contribución de la logística hospitalaria. Fuente: (Amaya, Beaulieu, Landry, Rebolledo, & Velasco, 2010).

Por lo cual, se procede partir del anterior modelo para la consecución de un mecanismo que permita determinar desde el estado de contribución de la logística hospitalaria, cuales deberían ser las acciones a tomar los hospitales para alcanzar una cultura organizacional alineada a la filosofía Lean.

En primera instancia resulta pertinente caracterizar los estados presentados en el esquema 14, con el fin de entender cuáles fueron los criterios tenidos en cuenta en la consecución del modelo de contribución logística y con base en ellos, establecer un mecanismo acorde que permita clasificar a los hospitales de acuerdo a la evolución de una contribución operativa hacia una estratégica (Amaya, Beaulieu, Landry, Rebolledo, & Velasco, 2010):

- **Estado I:** El primer estado presentado en el artículo se encuentra caracterizado principalmente por una visión apática acerca de la importancia de la logística

hospitalaria en el factor de éxito de la institución prestadora de servicios de salud, donde únicamente la alta gerencia se enfoca en la minimización de los impactos negativos prevenientes de estas operaciones. De igual manera, con un enfoque cortoplacista a la hora de realizar mejoras, es decir, se toman únicamente medidas correctivas y ante problemas de gran magnitud se acude a consultorías con expertos en la materia y no a la inversión en la formación del personal del centro asistencial. (Amaya, Beaulieu, Landry, Rebolledo, & Velasco, 2010)

- **Estado II:** En esta segunda etapa en la evolución de la contribución logística se evidencia un enfoque hacia el interés por ir a la par con otros centros hospitalarios con respecto a avances tecnológicos más no humanos. Existe una priorización clara en la inversión en sistemas integrados de información basados en vivencias de otras instituciones, más no se complementan con la inversión en el personal, lo que cual ocasiona un desaprovechamiento de las bondades de los mismos y un aumento en los tiempos destinados a la adaptación del personal a estas nuevas mejoras. (Amaya, Beaulieu, Landry, Rebolledo, & Velasco, 2010)
  
- **Estado III:** Migrando hacia una visión estratégica, en este tercer estado se presenta una alta gerencia con un foco claro en las consideraciones de las operaciones logísticas como un medio para mejorar significativamente el desempeño del hospital, donde no solo cobra importancia la eficiencia en las actividades sino que también se tienen en cuenta las operaciones logísticas de acuerdo al impacto en los procedimientos clínicos. De igual manera, se llevan a cabo inversiones con una perspectiva de largo plazo y encaminadas hacia el incremento de la capacidad interna de soporte a los procesos clínicos. (Amaya, Beaulieu, Landry, Rebolledo, & Velasco, 2010)
  
- **Estado IV:** El ultimo estado de la contribución logística, en donde la visión se caracteriza por ser estratégica, se constituye un cambio radical a nivel de la organización o forma de operar del hospital. Una visión caracterizada por una marcada importancia de las operaciones logísticas, siendo estas consideradas como de primer nivel. Asimismo, una institución en la búsqueda de anticiparse a los avances tecnológicos y adquirir o desarrollar recursos para llevar a cabo innovaciones, consideradas como vitales. Se llevan a cabo inversiones tanto tecnológicas como humanas, en donde las otras áreas de la institución ofrecen

soporte en la consecución de las actividades logísticas. (Amaya, Beaulieu, Landry, Rebolledo, & Velasco, 2010)

Una vez caracterizados los estados del modelo de contribución logística, el equipo investigador se enfrenta al reto de diseñar un mecanismo que permita la clasificación de los centros asistenciales en alguno de los cuatro estados, debido al potencial del mismo para ofrecer los siguientes dos resultados: Nivel de la cultura organizacional del hospital con respecto a la cultura propuesta desde la filosofía Lean y en segunda instancia cuál sería el nivel de las técnicas de Lean Manufacturing que se recomendaría que implementara. Por tal motivo, el equipo investigador diseñó una herramienta que permita clasificar a un hospital, dado en los diferentes estados de la contribución logística, fundamentándose en las siguientes variables:

1. Grado de importancia de las operaciones logísticas para el hospital (Bajo, Mediano, Alto, Nulo).
2. Apoyo de la alta dirección en las operaciones logísticas (Permanente, Variable, Esporádico, Nulo).
3. Motivaciones para la consecución de mejoras en los procesos logísticos (Estar a la par de la competencia, Garantizar la calidad del servicio prestado, Mejorar los procesos para aumentar la competitividad, No se realizan mejoras a los procesos logísticos).
4. Horizonte del impacto de las mejoras realizadas a los procesos logísticos (Corto, Mediano, Largo plazo; Ninguna).
5. Relación del presupuesto destinado a las operaciones logísticas con respecto a las necesidades de capital (Adecuado, con cierta holgura; Preciso, sin holguras; Normalmente preciso, escaso en pocas ocasiones; Insuficiente).
6. Proporción de personal destinado a operaciones logísticas con respecto a las necesidades del departamento (Bajo, Mediano, Alto).
7. Tiempo esperado para percibir resultados (Corto, Mediano, Largo plazo; Ninguno, no se llevan a cabo acciones de mejora).
8. Recursos de personal externo para la solución a problemas logísticos (Si, Consultorías u Outsourcing; No).
9. Formación a los trabajadores del área logística (Si, No).
10. Nivel de realización de las actividades de actualización educativa de los trabajadores (Una vez al año, Más de una vez al año).
11. Nivel de las relaciones comunicativas del personal logístico con las demás áreas de la compañía (Permanente, Frecuente, Nula).
12. Implementación de prácticas o técnicas de Lean Manufacturing para la mitigación de problemas logísticos (Si, No).

### 13. Nivel de impacto de las mejoras realizadas a los diferentes megaprosesos del manejo de materiales de la logística hospitalaria (Bajo, Mediano, Alto).

Para la identificación del nivel de contribución del manejo de materiales de la logística hospitalaria, el equipo investigador diseñó una encuesta de selección múltiple completamente automatizada que tiene como finalidad brindar una propuesta de utilidad para los hospitales de la región, en el diagnóstico del nivel estratégico de sus decisiones.

#### **5.3.1.1 Validación de los niveles de contribución de la logística hospitalaria**

Al igual que se realizó una validación de la caracterización del manejo de materiales de la logística hospitalaria y sus problemas, en la misma entidad prestadora de servicios de salud se realizó la prueba de la encuesta desarrollada por el equipo investigador, la cual obtuvo resultados satisfactorios y funcionó correctamente.

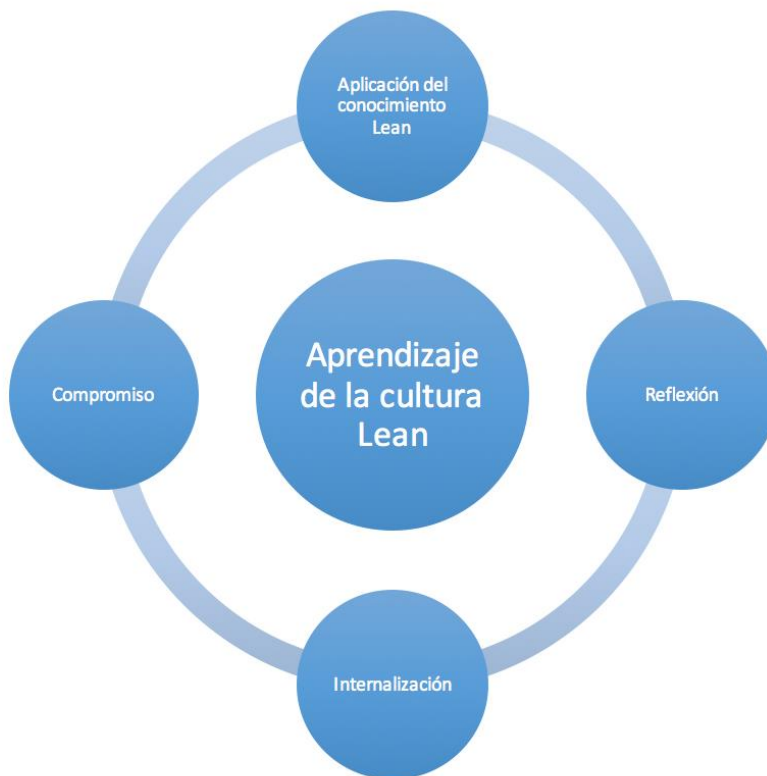
Partiendo de lo anterior, una vez se encuentra determinado el estado de contribución estratégica de la logística del hospital es posible determinar cuáles serían las estrategias para llevar a cabo los dos proyectos principales necesarios para la implementación de Lean en el manejo de materiales de la logística hospitalaria: el primero de ellos, la generación de una cultura Lean y el segundo, la implementación de la técnica(s) de Lean Manufacturing más adecuadas.

#### **5.3.2 Importancia en la generación de una cultura Lean**

Debido a que el factor de éxito en la implementación de las técnicas de Lean Manufacturing es el factor cultural requerido por parte de esta filosofía, donde todo el personal debe estar envuelto en la filosofía de mejoramiento continuo (Kaizen). Se decide realizar una exploración mucho más afondo sobre la importancia del aprendizaje de la filosofía Lean por parte de todo el hospital, con el fin de garantizar cierto nivel de éxito en la implementación de las técnicas de Lean Manufacturing. Como principal objetivo de dicha exploración se encuentra un estudio realizado en tres hospitales en Estados Unidos, donde se evaluó la importancia del aprendizaje "Lean" en el comportamiento de los hospitales (Mazur, McCreery, & Rothenberg, 2012)

El estudio de (Mazur, McCreery, & Rothenberg, 2012) permite identificar cuatro factores decisivos en el aprendizaje de una cultura Lean en un hospital, los cuales se presentan a continuación:





**Gráfico 23 Aprendizaje de la cultura Lean Manufacturing. Fuente: (Mazur, McCreery, & Rothenberg, 2012)**

De acuerdo a este estudio se concluyó que en primera instancia la aplicación del conocimiento Lean por parte del trabajador a la implementación de Lean juega un papel decisivo en el éxito de dicha implementación, debido a que dicho conocimiento permite dimensionar la importancia de la alineación de los trabajadores para el mejoramiento continuo. De igual manera, la reflexión e internalización de dicho conocimiento son los factores cruciales para garantizar un compromiso por parte de toda la organización, en la medida en que constantemente los trabajadores reflexionan sobre las posibles acciones de mejora a realizar e internalizan o interiorizan una cultura de mejoramiento continuo a lo largo del tiempo (Mazur, McCreery, & Rothenberg, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede concluir que el primer factor de éxito en la creación de una cultura Lean en los hospitales es el aprendizaje de la importancia de Lean Manufacturing en sus procesos y las oportunidades de mejora provenientes de las diferentes técnicas desarrolladas hoy en día desde Lean Manufacturing. El segundo factor será desarrollar una cultura de especial atención a los procesos para la detección de fallas en los mismos, la cual podrá ser perdurable en el tiempo gracias a la interiorización o internalización de dicha cultura y al constante compromiso de los empleados por el mejoramiento de procesos.

Luego de la concientización de la importancia de una cultura organizacional de la manera en cómo los empleados realizan las tareas y llevan a cabo la mejora continua, es oportuno considerar la implementación de las técnicas de Lean Manufacturing que posiblemente se adaptan y solucionan en gran proporción algunos problemas que se encuentran en los diferentes subprocesos de la logística hospitalaria. Las técnicas de Lean Manufacturing por medio de herramientas ayudaran a mejorar procesos logísticos dentro del manejo de materiales logrando que la logística hospitalaria sea más eficiente sin un mayor costo de inversión en tecnología y por consiguiente, se reduzca el presupuesto asignado a esta área dentro de la institución prestadora de salud asignando dicho ahorro a otras áreas más importantes que aportan a la razón de ser de este tipo de organizaciones y aportando al problema actual de salud que enfrenta nuestro país, pues las instituciones prestadoras de salud serán más eficientes en su servicio mejorando así la calidad de vida de los colombianos.

De acuerdo a lo anterior se desarrolló una propuesta para el nivel de inicio de los programas de capacitación de la filosofía Lean, partiendo del nivel obtenido en la contribución estratégica de la logística hospitalaria.

Nivel de contribución de la logística hospitalaria	Nivel de inicio del programa de capacitación en la filosofía Lean	Explicación
Nivel I	Alta Gerencia	Partiendo del nivel de contribución de la logística hospitalaria, se logró concluir que el hospital no posee una visión hacia el largo plazo ni la importancia de los procesos logísticos. Por tal motivo, resulta de vital importancia trabajar desde la Alta Gerencia en la importancia de este tipo de procesos para el mejoramiento de la competitividad del hospital. De esta manera, la Alta Gerencia será la encargada de propiciar la cultura de mejoramiento continuo Lean hacia el resto de los trabajadores. Al concluir la capacitación de la Alta Gerencia se procederá con la Mediana y Baja Gerencia y finalmente el nivel operativo.
Nivel II	Alta y Mediana Gerencia	En esta etapa, se logra apreciar que la Alta Gerencia posee un enfoque en el mejoramiento de los procesos, pero únicamente para estar a la par de la competencia. Por tal motivo, el punto de inicio para el programa de capacitación será la consolidación de la filosofía por parte de la Alta Gerencia y posteriormente la Mediana Gerencia de tal manera que el proceso de culturalización se puede realizar en un menor tiempo posible.
Nivel III	Baja Gerencia	Dado los resultados presentados por la encuesta del nivel contribución de la logística hospitalaria se logró identificar que la Alta y Mediana Gerencia ya tiene definido la importancia de mejorar los procesos para brindar un adecuado servicio. Por tal motivo, el punto de inicio del programa de capacitación en la filosofía Lean será la Baja Gerencia, con el fin de escalar la cultura en toda la organización.
Nivel IV	Operarios de Procesos	Finalmente, en esta etapa tanto la Alta como la Mediana y Baja Gerencia tienen un enfoque claro en la importancia de los procesos logísticos para mejorar la competitividad del hospital. Por tal motivo, el programa de capacitación únicamente comprenderá la capacitación del nivel operativo del departamento logístico, de tal manera que se logre consolidar un cultura de trabajo enfocada en el mejoramiento de procesos continuamente.

Tabla 11 Propuesta de nivel de inicio del programa de capacitación de la filosofía Lean. Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.2.1 Contenido de programas de culturalización en Lean

Jeffrey Liker en su libro, las claves del éxito de Toyota, presenta a modo de principios, la filosofía de Toyota, cuna de Lean Manufacturing, dichos principios resumen claramente la forma en cómo entienden los japoneses la filosofía Lean (Liker, La claves del éxito de Toyota, 2004). A continuación se presentan dichos principios:

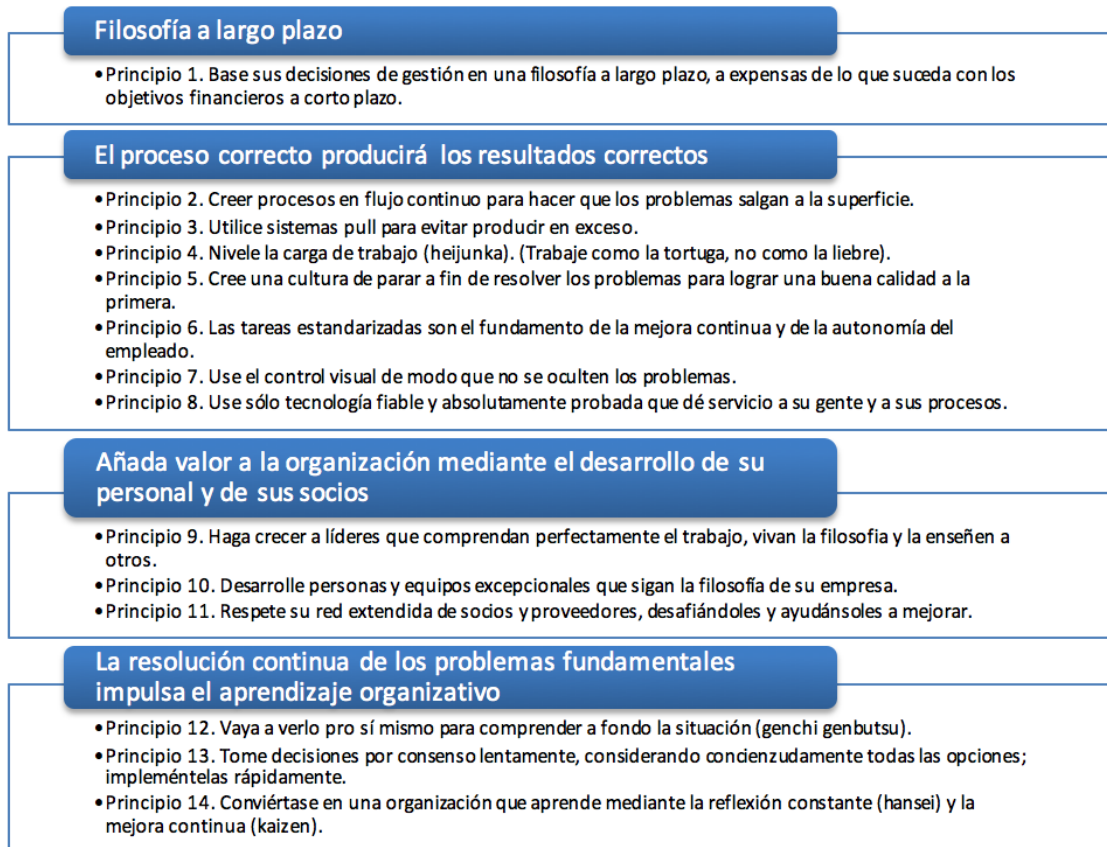


Gráfico 24. 14 Principios de la filosofía de Toyota. Fuente: (Liker, La claves del éxito de Toyota, 2004)

Finalmente, el equipo investigador considera pertinente que el contenido de dicho programa de culturalización en Lean gire en torno a los 14 principios expuestos por Liker en su libro, debido a que resumen claramente la filosofía Lean.

### 5.3.3 Técnicas de Lean Manufacturing a aplicar a los problemas logísticos detectados

A continuación se presentan las posibles técnicas de Lean Manufacturing que se adaptan y pueden mejorar diferentes problemas que existen actualmente en la logística hospitalaria específicamente en el manejo de materiales, los problemas atacados en este proyecto son los planteados en el apartado 5.2 de este proyecto y los validados por la ESE Centro de Cali:

Megaprocetos	Tipo de problema	Técnicas de Lean Manufacturing	Nivel de complejidad
Planeación del suministro	Planeación del flujo de los recursos por departamentos	Kanban	3
Compras	Sistematización en el control de inventarios	Cero defectos	2
		Kanban	3
	Abastecimiento coordinado	Control visual	1
		Kanban	3
Almacenamiento	Políticas para el manejo de materiales	5S	1
		Estandarización	1
		Kanban	3
Preparación de pedidos	Actividades de picking	5S	1
		SMED	1
		Jidoka	2
Indicadores	Indicadores operativos	Estandarización	1
		Control visual	1
		SPP	2
	Indicadores de calidad	Control visual	1
		Seis sigma	2

**Tabla 12 Asignación de técnicas de Lean Manufacturing acordes a los problemas de la logística hospitalaria. Fuente: Elaboración propia**

En la tabla 12 se presentan algunos de los problemas identificados en los megaprocetos de la logística hospitalaria los cuales podrían ser mejorados a través de algunas técnicas de Lean Manufacturing de todos los niveles. Lo ideal es que primero se implementen las técnicas de nivel 1 por cada tipo de problema identificado, y posteriormente pasar a las técnicas de nivel más avanzado si el nivel de madurez de la logística hospitalaria en el manejo de materiales es acorde a estas.

A continuación se justifica y describe los posibles campos de acción de las técnicas de Lean Manufacturing en cada uno de los tipos de problemas identificados en este proyecto. Es válido aclarar que este proyecto busca abrir una puerta hacia la integración de Lean Manufacturing con la logística hospitalaria, las técnicas mencionadas no fueron validadas, por lo cual no aseguran que el resultado sea el esperado, pues este planteamiento se realiza a partir de la literatura expuesta en este proyecto. Las descripciones y justificaciones presentadas a continuación son posibles acciones y mejoras que se podrían realizar en los problemas logísticos hospitalarios a partir de las técnicas de Lean Manufacturing, con el fin de justificar el por qué estas técnicas potencialmente pueden realizar una contribución en el desempeño del manejo de materiales dentro de la logística hospitalaria. Las posibles acciones y mejoras de las

técnicas de Lean Manufacturing en la logística hospitalaria se presentan a continuación por cada uno de los megaprosesos y los tipos de problemas que aborda este proyecto en el manejo de materiales.

#### **5.1.1.1 Planeación del suministro**

##### **5.3.3.1.1 Planeación de los recursos por departamentos**

- **Kanban**

La planeación de los recursos es una parte muy importante dentro de la logística hospitalaria puesto que de ello se despliega la estrategia de cuanto y como abastecer los materiales a cada una de las áreas, departamentos o sucursales que los requieran. En el caso de la planeación para abastecer bodegas pequeñas encontradas en diferentes áreas de los centros de salud, es primordial que estas bodegas cuenten con todos los materiales y utensilios necesarios para que el personal experto en salud ejerza su buen desempeño.

Para el caso explicado anteriormente se realiza el uso de tarjetas Kanban, pues dichas bodegas deben tener un formato donde se registre su contenido. Esta técnica permite dentro del flujo tener un control continuo de la planeación de los recursos por departamentos, pues las tarjetas Kanban son evidencia de que el plan del flujo de los materiales es adecuado para las necesidades de todas las áreas del centro de salud, pues estas tarjetas deben ir acordes a la planeación inicial. Si existe alguna irregularidad, esto es un síntoma de que el plan no es el adecuado para dicha demanda o que algún evento ha ocurrido y es urgente atacarlo de inmediato.

#### **5.1.1.2 Compras**

##### **5.3.3.2.1 Sistematización en el control de inventarios**

- **Cero defectos**

Para este problema de la logística hospitalaria, se recomienda la técnica de cero defectos por ser una técnica sistémica, es decir, que tiene en cuenta siete elementos que interactúan entre sí, y que en este caso son elementos que se deben tener en cuenta en el control de inventarios para lograr su sistematización.

Dentro del control de inventarios y junto a la ayuda de la herramienta cero defectos la cual tiene como objetivo cero defectos a partir de cinco elementos claves, puesto que si se omite alguno de estos, los sistemas y las acciones no tendrán los resultados esperados. Dentro del control de inventarios se debe tener en cuenta:

1. Mano de obra: El capital humano es una parte fundamental para el buen desempeño de una actividad, por ellos dentro del control de inventarios se debe

contar con un talento humano capacitado y que tengan una cultura ya adoptado a la calidad y el mejoramiento continuo.

2. Maquina: Dentro del control de inventarios se deben tener equipos actualizados y en buen estado que apoyen y faciliten las actividades que realizan los operarios.
3. Medición: Para el control de inventarios es sumamente importante herramientas que contribuyan a la medición de la entradas y las salidas, pues se debe llevar un registro y un sistema de datos que brinden estadísticas y registros de lo que actualmente este en el inventario.
4. Información: En todo flujo de materiales existe también un flujo de información la cual debe ser transparente, relevante y actualizada. El flujo de información que acompaña a los materiales dentro de la logística hospitalaria consigue la comunicación entre las entidades y áreas involucradas en esta, y al ser un medio de comunicación entre departamentos se debe contar con un sistema de información que refleje la realidad dentro del flujo de materiales de la logística hospitalaria.
5. Medio ambiente: Para que los equipos y operarios que se encuentran dentro de las actividades de inventario cumplan con su mejor desempeño, se debe contar con un ambiente de trabajo cómodo y acorde a las necesidades de estos. El ambiente de trabajo debe ser cálido y humanista, el lugar de trabajo debe ser un espacio confortable, limpio y seguro para los operarios, los equipos y la manutención de los materiales utilizados en esta actividad, pues de este depende que estos dos elementos puedan realizar sus actividades con alto desempeño y satisfacción consiguiendo los mejores resultados.
6. Método: Como se ha destacado a lo largo de este proyecto, es primordial que cada actividad que se realice en una organización cuente con tareas estandarizadas, y el control de inventarios no es la excepción. Dentro de esta actividad se debe contar con pasos específicos que no abarquen posibilidades de erros, pues dentro del control de inventarios estas situaciones pueden ser muy dañinas, pues son materiales necesarios para la salud de un paciente que deben encontrarse en buen estado y manejarse de la mejor manera, por ello la importancia de tener métodos claros dentro de esta actividad.
7. Materiales: Dentro del control de inventario es prioridad el manejo de los materiales almacenados, por ellos este último elemento gira en torno a todos los elementos descritos anteriormente, pues los materiales son la base del inventario y la razón de ser de este proyecto. Por ello, estos materiales deben siempre estar en las mejores condiciones buscando optimizar el manejo de estos dentro de la logística hospitalaria.

Para concluir, a medida que la técnica de cero defectos y el manejo de materiales toma en cuenta cada uno de los elementos mencionados anteriormente se denota la importancia de que cada uno de estos elementos se conecten entre sí, pues para tener un buen control de inventarios cada uno de estos elementos deben ser mejorados y conectados logrando que funciones como un sistema.

- ***Kanban***

Para organizar un conjunto de elementos de manera que formen un sistema, es decir, un conjunto de partes que interactúan entre sí, es importante que se cuenten con técnicas semiautomatizadas que faciliten el flujo de todos los elementos que nombrábamos en la técnica anterior, y una de estas técnicas son las tarjetas Kanban, pues controlan la entrada y salida de materiales controlando el inventario.

Las tarjetas Kanban son etiquetas que contienen información del contenido de algún recipiente, logrando comunicar al operario rápidamente lo que hay en el inventario. El uso de las tarjetas Kanban sincronizan el flujo de materiales que entran y salen del inventario, por eso es importante implementar estas técnicas dentro del control de inventarios pues no es suficiente tener dichos registros en algún sistema de información pues se comete el error de que lo que contiene estos sistemas no se ajustan a la realidad y el inventario en físico. Las tarjetas Kanban permiten controlar las existencias del inventario por medio de información visible para el encargado.

### ***5.3.3.2 Abastecimiento coordinado***

- ***Control visual***

El control visual es cualquier dispositivo de comunicación en el ambiente de trabajo que nos dice, echándole solo un vistazo, como debería hacerse el trabajo y si se desvía del estándar (Liker, 2006). Para el abastecimiento controlado es esencial contar con información de cantidades actualizadas, para conocer la cantidad de materiales que actualmente están almacenados, y que cantidad hay que abastecer. La técnica de control visual permite comunicar el estado del sistema, por ello con ayuda de estos se puede tener información en una sola mirada. Para este caso se puede contar con herramientas visuales que lleven una cuenta de lo que hace falta en los lugares de abastecimiento, permitiendo que el encargado tenga información inmediata y fácil de entender del tipo y la cantidad de material que debe abastecer.

- ***Kanban***

Las tarjetas Kanban en el subproceso de abastecimiento coordinado traen muchos beneficios, pues dicho abastecimiento se realizara de la manera más ágil, fácil y eficiente, sin requerir tanto tiempo de operación y esfuerzo. Basta con colocar dentro de la bodega de almacenamiento señales con colores llamativos que le esclarezcan al



operario donde debe ir cada uno de los materiales que ha de abastecer. La idea es que dichos colores se encuentren tanto en los espacios de la bodega como en el empaque de los utensilios, evitando que la guía sean nombres complicados y de poca visualización. La ayuda de estas tarjetas permite que el trabajo sea más fácil y claro de ejecutar, pues es más fácil identificar el material y su espacio asignado con colores o herramientas visuales similares.

### **5.1.1.3 Almacenamiento**

#### **5.3.3.3.1 Políticas para el manejo de materiales**

- **5S**

La primera técnica recomendable a aplicar debe ser la técnica 5S, pues es la técnica base que abre las puertas a técnicas más avanzadas o complejas. Dentro de la política de inventarios es sumamente importante que la bodega de almacenamiento se encuentre en orden, limpio y seguro. Por ello se describirá como cada una de las S de esta técnica contribuye al manejo de inventarios.

##### **1. Clasificación**

Primero se debe clasificar los medicamentos y utensilios con algún criterio importante en el momento de realizar el conteo de inventario, la clasificación permite eliminar aquellos medicamentos vencidos y utensilios en mal estado, logrando que los materiales se encuentren en el lugar indicado y con el espacio suficiente para encontrarlos agrupados y en buen estado. Para poder cumplir el objetivo se recomienda tener ayudas visuales que faciliten la clasificación de dichos materiales.

##### **2. Organización**

Algunos de los medicamentos y utensilios deben contar con alguna condición de estado puesto que algunos de estos pueden necesitar refrigeración o estar en temperatura ambiente, tratando de evitar que estos materiales se dañen o descompongan. Estos materiales deben mantener el orden, cada vez que se abastezca la bodega deben estar siempre en el mismo lugar. El objetivo es tener este lugar lo necesario, en la cantidad justa, con la calidad requerida y en el momento y lugar adecuado. Es importante que en este punto los encargados del inventario conozcan el nombre exacto de los materiales y su única ubicación, pues el orden se perdería al revolver medicamentos y utensilios.

##### **3. Limpieza**

La bodega de materiales hospitalarios se debe tener en continua limpieza proporcionando y garantizando la calidad de los materiales y la seguridad en dicho puesto de trabajo. La continua revisión e inspección logra eliminar materiales vencidos o dañados y evita que muebles en mal estado perjudiquen el buen estado de dichos

materiales. La limpieza es sumamente muy importante en este punto, pues se trata de materiales que tienen contacto con el paciente, y cualquier irregularidad o defecto puede ocasionar peligrosas y graves consecuencias.

#### 4. Estandarizar

Esta es una de las partes más importantes de esta técnica, pues se debe buscar mantener los ajustes que se han realizado hasta este momento. Esto se puede hacer a través de un control continuo que garantice que esta técnica se está desarrollando adecuadamente. En esta etapa de la técnica se debe estipular la manera de cómo y dónde se deben guardar los elementos y como estos se deben mantener, es importante que esto se describa a través de herramientas visuales fáciles de entender para que sea claro el procedimiento. La estandarización logra que las políticas de inventario se mantengan y sean ágiles a la hora de desarrollarlas, pues este procedimiento será consistente y continuo. Las herramientas visuales en esta etapa deben ser claras y fáciles de visualizar, pues poco a poco hará que el trabajo se haga siempre de la misma manera evitando tiempos muertos y errores en el procedimiento.

#### 5. Disciplina

Para que esta técnica en verdad pueda tener grandes efectos positivos es importante que se difunda una cultura dentro de todos los integrantes de la organización prestadora de salud, y aún más a los encargados de cumplir las políticas de inventario. Estos pasos anteriores se deben convertir en un hábito entre los encargados, se debe tener la conciencia de la importancia de todas estas etapas que contribuyen a la mejora dentro de las políticas de inventario usadas por dicha organización, logrando un crecimiento a nivel humano y personal.

La técnica de 5s es la técnica más básica que se debe aplicar antes que cualquier otras, pues primero se debe contar con un sitio de trabajo adecuado que absorba las siguientes mejoras que se quieran realizar en él y donde no se cometan errores por falta de organización y limpieza. Dentro de la logística hospitalaria, específicamente en el manejo de materiales, esta técnica hace que se cree una primera cultura de mejora continua y se resume sencillamente en guardar un orden dentro de las forma de hacer las actividades que conciernen al manejo del inventario.

- ***Estandarización***

En los diferentes métodos que se utilizan para el manejo de materiales se deben tener claras las actividades y tareas que se desarrollan en esta. Para esta parte esencial del manejo de materiales es importante tener actividades y trabajos estandarizados, lo cual haga que estas actividades sean claras y hechas siempre de la misma manera, para crear una cultura de cómo realizar las tareas dentro del manejo de materiales. Para estandarizar esta etapa se debe tener ayuda de herramientas como diagramas de flujo,

que permitan de una manera clara que los operarios conozcan rápidamente y con facilidad como realizar sus tareas de la mejor forma igual que los demás, pues son estas características las que permiten que se conviertan en una política dentro del manejo de materiales, pues son actividades concretas y definidas a través del tiempo, que no dan cabida a errores o modificaciones repentinas y permita que el trabajo sea continuo y de desempeño constante.

- ***Kanban***

El uso de esta técnica de Lean Manufacturing dentro de las políticas de manejo de materiales evita el desabastecimiento de los materiales, lo cual traerían consecuencias graves para la salud de los pacientes. La idea del uso de las tarjetas Kanban en el almacenamiento es que estas se ubiquen en el frente de las cajas informando su contenido, pero la antepenúltima caja que queda en el stand tenga un color diferente alertando al encargado de que pronto se acabara ese tipo de material. Este ejemplo se mejoraría con estanterías inclinadas de empuje, pues el proceso sería más fluido y las tarjetas Kanban estarían continuamente actualizadas, pues no será responsabilidad del encargado acomodar los materiales guardando su orden. De esta manera se evidencian los beneficios que esta herramienta brinda dentro de los procesos de producción de bienes o servicios.

#### ***5.1.1.4 Preparación de pedidos***

##### ***5.3.3.4.1 Actividades de Picking***

- ***5S***

En el ítem anterior sobre 5S se describía la importancia del orden y limpieza dentro de la bodega de almacenamiento, de donde en este punto se realizara el picking de los materiales solicitados por otros departamentos de la institución prestadora de salud. La importancia de esta técnica dentro del gran proceso de preparación de pedidos se da principalmente en la primera y cuarta S. En la primera S se debe tener en cuenta clasificar los materiales de mayor rotación, y asignarles un espacio de fácil accesibilidad y visualización, pues serán los elementos más solicitados por los encargados de picking, y es conveniente que sea cómodo para ellos encontrarlos y obtenerlos.

La cuarta S logra que por medio de herramientas visuales como colores, códigos o procedimientos haga que la actividad de picking se estandarice, obteniendo habilidad entre los encargados y reduciendo los errores o reprocesos que acarrea esta actividad pues es fácil que ante tanta cantidad de materiales el ojo humano se equivoque, y deba volver a contar si lo que se está recolectando está acorde a los requerimientos. En esta etapa una mejora practica y fácil que se podría implementar, sería la de asignarles colores a los puntos donde se encuentra cierto material requerido, haciendo más fácil la ubicación del producto que el encargado necesita recolectar. En esta parte se

evidencia la necesidad de que la tarea de picking sea rápida y eficiente, pues entre más se demore esta actividad más espera tendrá el departamento que solicita dichos materiales.

- ***Jidoka***

Esta es una de las técnicas más beneficiosas en el momento de realizar picking dentro del manejo de materiales de la logística hospitalaria. Esta es una de las actividades que más requiere tiempo, pues aunque no es una tarea complicada esta requiere de mucha concentración y energía, y al ser tan repetitiva, se pierden estas dos características. Por ello lo mejor sería contar con una ayuda automatizada que contribuya a que no se cometan errores que produzcan realizar reprocesos y que el tiempo destinado para esta actividad aumente.

Jidoka es una técnica que permite detectar un error apenas se comete, evitando que este se detecte al final del proceso, en el caso de la actividad de picking, esta técnica lograra que el encargado se dé cuenta de su error en el momento que este ocurra, y no cuando ya ha agrupado todos los materiales requeridos.

Para implementar esta técnica se debería tener cierta tecnología que por medio de un sensor o un código de barras que coincida con el tipo y cantidad de material requerido (dispositivos Poka-yoke), alguna pantalla por medio de colores o sonidos alarme al encargado de que escogió algún material que no era requerido, o en la cantidad que no era necesaria (Andon), evitando que el operario continuamente realice recuentos inútiles. Jidoka permite que el proceso se realice solo una vez con la mayor seguridad de que se está realizando de la mejor manera.

- ***SMED***

Dentro de las actividades de picking y muchas actividades de la logística hospitalaria, donde se busca reducir su tiempo, SMED es una herramienta adecuada para este fin. El objetivo de la técnica e Lean Manufacturing SMED es convertir las actividades internas del trabajo en actividades externas, es decir, transformar actividades que actualmente se realizan en la operación, en actividades que se puedan realizar antes o después de esta, es decir, preparar antes de empezar la actividad general las tareas que se puedan hacer con anterioridad.

En las actividades de picking, para reducir el tiempo en dicha actividad, se pueden alistar ciertas tareas que actualmente se hacen dentro de la actividad, por ejemplo: Alistar los pedidos en orden alfabético, o de urgencia, alistar el empaque donde se transportan dichos materiales, etc. Esta técnica de Lean Manufacturing busca reducir el tiempo de la actividad realizada, y requiere de un gran análisis para identificar que tareas se pueden realizar antes o después del proceso más grueso.

Al igual que los problemas encontrados en el manejo de materiales de la logística hospitalaria, es importante contar con indicadores que comuniquen los resultados que se están logrando con la implementación de las técnicas de Lean manufacturing en dichos problemas. A continuación, se presentan las técnicas que también contribuyen a la implementación de indicadores:

#### **5.1.1.5 Indicadores**

##### **5.3.3.5.1 Indicadores operativos**

- **Estandarización**

Para tener índices operativos altos, en cualquiera de las etapas de la logística hospitalaria específicamente en el manejo de materiales, se deben tener todos los procesos estandarizados, pues un proceso en estas condiciones brinda a los operarios conocimientos y habilidades en su trabajo, pues son operarios que cuentan con suficiente conciencia y conocimiento de lo que deben hacer y cómo hacerlo. La estandarización logra que las actividades tengan un comportamiento estable que genere los mismo resultados siempre y consiguiendo un mejoramiento continuo y una nueva cultura en la organización. Por ellos es importante estandarizar el proceso luego de haberlo validado, pues si son buenos resultados, esos resultados se mantendrán en el tiempo, y reluciría los aspectos a mejorar.

- **Control visual**

El control visual es una de las herramientas más sencillas que permite visualizar pasos o procedimientos claramente. Por medio de herramientas visuales se puede monitorear y mostrar a los operarios el desempeño de su labor cuando la están realizando o los resultados que se han obtenido de este. Con herramientas visuales que muestren los indicadores y resultados operativos, se pueden determinar los puntos de mejora que permitirán que la actividad se realice mejor y con mayor conciencia de la mejora continua en dicho proceso y se transmitan los objetivos que la organización continuamente quiere alcanzar.

Los controles visuales también permiten que los operarios se motiven a mejorar, pues si conocen a través de estos los resultados y como estos impactan positivamente a la organización, los operarios se sentirán con motivación de seguir realizando dichas actividades de la misma forma y cada vez mejor, pues conocen los resultados y el impacto de sus acciones dentro de la organización y se sienten importantes para ella.

- **SPP**

Los sistemas de participación de personal como buzón de sugerencias o grupos de mejora e innovación son maneras de conocer los resultados operativos de la

organización. El capital humano son los integrantes más importantes dentro de una organización, si se conoce lo que piensan, lo que conocen, lo que encuentran, pues serán indicadores reales de lo que realmente está pasando en la organización y los resultados que en verdad se están alcanzando. Si la satisfacción de los empleados es buena esto se traduce en índices operativos altos, pues el trabajo se está realizando como la organización y los operarios lo esperan, igualmente si existen sugerencias estas se traducen en un interés por parte de los empleados en mejorar y cambiar los procedimientos actuales y la nueva cultura de mejora continua que se está construyendo, indicadores que pueden ser aún más importantes que los mencionados anteriormente.

#### ***5.3.3.5.2 Indicadores de calidad***

- ***Control visual***

Existen controles visuales como gráficos de línea que muestran continuamente cómo se comportan los resultados en el proceso, esta es una herramienta que indica en qué momento se está disminuyendo el estándar o la calidad, por ellos es importante contar con este tipo de herramientas, pues son las que indican en donde hay que tomar medidas para que la calidad o los resultados esperados se den. Si un operario conoce la situación y resultados de su proceso conoce en que puntos se debe ajustar o mejorar la actividad, permitiendo que los resultados vayan acordes a lo esperado por la organización.

- ***Seis sigma***

Seis sigma es una herramienta de calidad que brinda Lean Manufacturing donde se busca reducir la variabilidad de los procesos y los errores asociados. Esta técnica arroja gráficas que denotan los resultados obtenidos, y en qué puntos del sistema no se está cumpliendo con los estándares de calidad. Si se conocen los puntos de mejora gracias a esta técnica, la organización puede definir el problema, medir los datos y analizarlos para así mejorar este punto, y con el igual uso de esta técnica controlar dichos resultados. Seis Sigma es una herramienta estadística que consigue la continuidad y la estabilidad de la calidad en las actividades que se realicen dentro del manejo de materiales.

Cabe resaltar que los argumentos expuestos anteriormente de las posibles acciones a realizar para implementar las técnicas de Lean Manufacturing en el manejo de materiales no están validados, pues este proyecto es totalmente exploratorio y establece dicha herramienta a partir de la teoría sobre Lean Manufacturing. Se espera que estas técnicas de Lean Manufacturing se validen en futuros proyectos dentro del manejo de materiales de la logística hospitalaria.

## **5.4 Proponer una metodología para el diagnóstico de la aplicabilidad de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria**

Gracias a los avances realizados a lo largo del tercer objetivo específico, en materia de adecuación de un modelo existente del nivel de contribución logística para la relación con la filosofía Lean, a la importancia presentada de la generación de la cultura Lean y a las técnicas de Lean Manufacturing que presentan especial aplicación a una revisión de los problemas del manejo de materiales de la logística hospitalaria, el equipo investigador logró materializar dicha información en una herramienta pensada para la utilización por parte del gremio hospitalario, que se encuentre interesado en evaluar sus procesos logísticos desde una perspectiva estratégica de los mismos, diagnosticar sus procesos logísticos y finalmente contar con una propuesta de las técnicas a implementar para cada megaproceso del manejo de materiales de la logística hospitalaria más débil o inestable.

Como se presentaba en el marco teórico, las técnicas de Lean Manufacturing se podían subdividir en dos categorías: técnicas de diagnóstico de los procesos y técnicas de mejoramiento de los procesos. Hasta el momento, a lo largo de los resultados se han presentado las diferentes técnicas para mejorar los procesos teniendo en cuenta unos problemas detectados previamente del manejo de materiales de la logística hospitalaria. Sin embargo, resulta de vital importancia exponer la ruta de diagnóstico a los procesos de manejo de materiales para que un hospital cuando se encamine en esta experiencia, pueda tomar objetivamente la decisión de cuál es el megaproceso del manejo de materiales que requiere especial intervención. Por tal motivo, se expondrá el paso a paso para la creación de un mapeo de flujo de valor, con el fin de desarrollar la propuesta metodológica con todos los insumos para poder ser utilizada por cualquier hospital de la región o el país.

### **5.4.1 Elaboración de un mapeo de flujo de valor**

El paso a paso para el desarrollo de un mapeo de flujo de valor se puede dividir en dos etapas:

#### ***5.4.1.1 Primera Etapa. Selección y capacitación del grupo VSM. Identificar la familia de productos***

La elaboración de un mapeo de flujo de valor supone ciertos requisitos por parte del equipo desarrollador, en primera instancia se requiere de un conocimiento sólido de los diferentes tipos de desperdicios para su identificación a lo largo del mapeo, diferenciación claramente del tipo de actividades desde la perspectiva del cliente,

conocimiento sólido de la cultura Lean y conocimiento de los diferentes tipos de productos o servicios que maneja el hospital (suministros médicos y medicamentos).

Posteriormente, se procede a analizar a cabalidad y sistémicamente el flujo de valor para identificar la realidad actual del hospital, se analiza tanto la entrada de los suministros médicos y medicamentos como la puerta de salida de los mismos, de esta manera podrá identificarse la razón de ser de las diferentes actividades que se realicen. De igual manera, es importante aclarar que el mapeo se realiza por familia de productos (suministros médicos y medicamentos) y por tanto se requerirá realizar más de un mapeo de flujo de valor.

#### ***5.4.1.2 Segunda Etapa. Diagrama del estado actual***

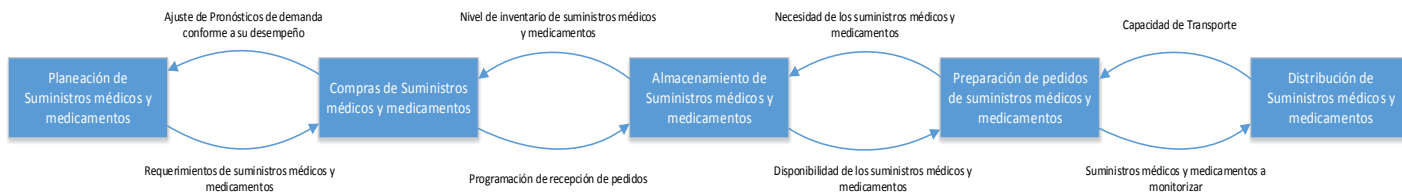
Como se comentaba en la etapa 1, diagramar el estado actual de un flujo de valor requiere de un conocimiento de los diferentes tipos de actividades, de tal manera que a la hora de su identificación se puedan eliminar las actividades que no agregan valor y no son necesarias, que se puedan minimizar las que no agregan valor y son necesarias, que se pueda crear la necesidad a aquellas actividades con valor agregado pero no esenciales y finalmente se puedan maximizar las actividades con valor agregado y necesarias. Es en este punto donde la elaboración de un VSM genera dificultad y es principalmente debido a que se requiere de una especial cercanía con el proceso para la identificación del total de actividades.

Posteriormente, se procede a realizar el estudio de tiempos y movimientos de las diferentes actividades con el fin de erradicar movimientos innecesarios y que afecten la salud y seguridad del trabajador, y se identifiquen los tiempos empleados para las diferentes actividades. Partiendo de esto, se podrá identificar:

- Tiempo de Ciclo (CT): Hace referencia al tiempo que se emplea para la realización de dicha actividad.
- Tiempo de Valor Agregado (VA): Hace referencia al tiempo empleado para realizar cierta actividad que es valorado por el cliente.
- Tiempo de Cambio de Modelo (C/O): Es el tiempo empleado para el cambio de cierta actividad.
- Número de Personas (NP): Cantidad de personal necesario para realizar dicha actividad.
- Tiempo Disponible para Trabajar (EN): Tiempo disponible para realizar dicha actividad por parte del trabajador, teniendo en cuenta tiempos de descansos, ir al baño, etc.
- Lead Time (LT): Hace referencia al tiempo comprendido para que una pieza, producto o servicio cualquiera recorra un proceso o cadena de valor.



- % del Tiempo Funcionando (Uptime): Porcentaje de utilización de las maquinas.  
Confiabilidad de la maquina.



Una vez se han identificado las características que apliquen a la actividad en cuestión, se procederá a graficar el flujo de valor, haciendo uso de la siguiente simbología:



Gráfico 25 Simbología para el desarrollo de un Mapeo de Flujo de Valor. Fuente: VSM. Value Stream Mapping. Análisis de Cadena de Valor (Cabrera Calva R. )

#### 5.4.2 Construcción de un VSM para el manejo de materiales

Como se comentaba anteriormente, el mapeo de flujo de valor parte de las necesidades del cliente. Sin embargo, debido a la naturaleza del proceso, el “cliente” está identificado como el siguiente megaproceto del manejo de materiales, debido a que uno es el insumo del otro. Esto se logra apreciar con mayor claridad en el siguiente diagrama:

Gráfico 26. Relación entre los megaprocetos del Manejo de Materiales de la logística hospitalaria. Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 26 se logra apreciar que el “cliente” del megaproceso de Planeación de Suministros Médicos y Medicamentos (PSMM) claramente es el megaproceso de Compras de Suministros Médicos y Medicamentos (CSMM) debido a que este es el que le brinda el requerimiento de material al subsiguiente y este último, le brinda una retroalimentación de su desempeño. De igual manera, el megaproceso de PSMM es el proveedor del megaproceso de CSMM debido a la misma connotación. Por tanto, resulta importante resaltar esta característica de este tipo de diagramas de flujo de valor.

Asimismo, la “familia de productos” de este tipo de VSMs podrá entenderse como Suministros Médicos y Medicamentos, es decir, que se realizarán dos VSM por cada megaproceso.

#### ***5.4.2.1 Esquematización del VSM por cada megaproceso en la herramienta desarrollada***

Con el fin de brindar una herramienta completa para la aplicación de Lean Manufacturing, se esquematizó los diagramas de flujo de valor por cada megaproceso teniendo en cuenta las actividades previamente identificadas en el desarrollo del objetivo dos. Se partió de los procesos internos caracterizados en los diagramas de flujo de los diferentes megaprocesos para la estructuración de la herramienta automatizada. Por tal motivo, el usuario al digitar las características del flujo de valor, generará automáticamente el mapeo y de esta manera podrá identificar los procesos que consumen más recursos (cuellos de botella por cada megaproceso).

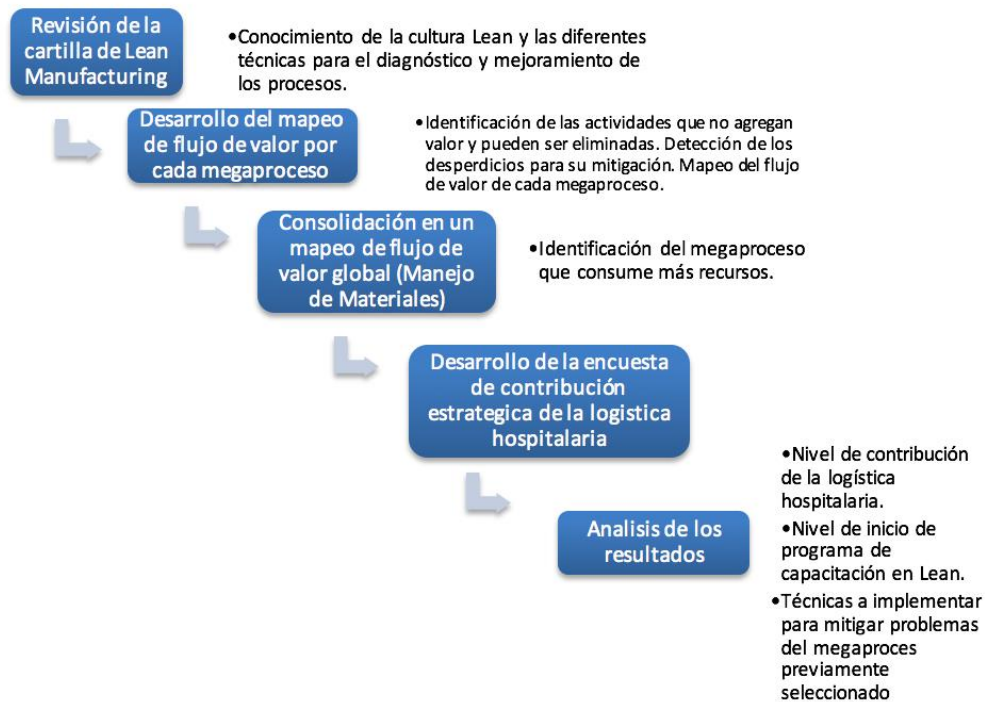
De igual manera, se generará automáticamente el mapeo de flujo de valor del manejo de materiales y sus tiempos de operación. Dicho mapeo le permitirá identificar al hospital cuál es el megaproceso que consume más tiempo y por ende recursos, para que de esta manera pueda seleccionar objetivamente el megaproceso potencial para la aplicación de ciertas técnicas de mejoramiento. Es importante resaltar que la selección de la técnica se deberá tomar partiendo de una identificación por parte del hospital de los problemas de dicho megaproceso que presencia actualmente, teniendo en cuenta la recopilación realizada previamente.

#### ***5.4.2.2 Presentación del VSM para el manejo de materiales de la logística hospitalaria***

Finalmente, debido a la información diligenciada en el anterior punto, se genera automáticamente el mapeo de flujo de valor del manejo de materiales de la logística hospitalaria, donde se podrá identificar cual es el megaproceso que consume mas recursos a lo largo del flujo de valor para los suministros médicos y medicamentos teniendo en cuenta el mayor tiempo de operación.

### 5.4.3 Consolidación de propuesta metodológica para la aplicación de Lean Manufacturing en el Manejo de Materiales de la Logística Hospitalaria

A continuación se ejemplifica mediante un diagrama de flujo la metodología propuesta la cual integra lo desarrollado a lo largo del proyecto:



**Gráfico 27. Propuesta metodológica para la aplicación de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística de un hospital. Elaboración propia.**

Como se mencionaba en el desarrollo del tercer objetivo, el conocimiento de la cultura Lean es la base para cualquier proyecto de implementación de Lean Manufacturing, por tal motivo, el equipo investigador desarrolló una cartilla de lectura rápida sobre Lean Manufacturing, de tal manera que previamente el hospital pueda identificar cuál es la filosofía Lean y cuáles son las técnicas que se han desarrollado.

Posteriormente, el hospital deberá proceder a realizar el mapeo de flujo de valor de los cinco megaprocesos de la logística hospitalaria, mediante un estudio de tiempos de los mismos y una caracterización del desempeño del trabajador, mediante la valoración de la actividad y la tolerancia elemental proveniente de la toma de tiempos. En la herramienta se hace uso de comentarios para la explicación de los diferentes factores a tener en cuenta. Seguido de esto, se generará automáticamente el mapeo de flujo de valor del manejo de materiales de la logística hospitalaria, donde se podrá identificar el

megaproceso que consume más recursos y por ende será el megaproceso a considerar para la aplicación de las técnicas de Lean Manufacturing.

Seguidamente, debido a la necesidad de identificar que tan estratégica u operacional es el manejo de materiales se diseñó una encuesta que permite clasificar el nivel de contribución de la logística hospitalaria. Finalmente, se generarán los resultados de la herramienta, donde se logrará identificar el nivel de contribución de la logística hospitalaria, el nivel de inicio del programa de capacitación en la filosofía Lean y las técnicas que podrían mitigar los problemas más comunes del megaproceso seleccionado.

Es importante aclarar que el alcance de la herramienta es la identificación de las técnicas que podrían mitigar los problemas de cada megaproceso previamente detectados.

## 6 CONCLUSIONES

Gracias al desarrollo del presente proyecto de grado el equipo investigador logró realizar las siguientes conclusiones:

- Existe una gama de términos que tratan de definir que es Lean Manufacturing, después del análisis de la literatura y el desarrollo de este proyecto se determinó que Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo la cual se alcanza por medio de un cambio en la cultura organizacional donde se encuentre la participación y el aprovechamiento del talento humano, logrando que la aplicación de las técnicas de Lean Manufacturing perduren en el tiempo y alcancen el objetivo final de la organización con los mejores resultados.
- Algunas organizaciones actualmente implementan técnicas de Lean Manufacturing sin tener conciencia de ello, de ahí la importancia de conocer acerca de esta filosofía para poder alcanzar los máximos resultados por medio de una nueva cultura de mejora basada en la comunicación y el trabajo en equipo. Lean Manufacturing no es un concepto estático, es una combinación de distintos elementos, técnicas y aplicaciones que no son posibles sin un apoyo de los trabajadores.
- Existen barreras propias del sector salud colombiano que impiden la aplicación de ciertas técnicas de Lean Manufacturing para el mejoramiento de los procesos de manejo de materiales de la logística hospitalaria, como lo son los factores presupuestales y políticas de licitación para las IPS públicas, y la disposición del gremio médico tanto para las IPS públicas como privadas.
- La herramienta desarrollada para el diagnóstico y aplicación de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria es de carácter operativo y estratégico con el fin de servir de instrumento o guía para los hospitales a la hora de emprender proyectos de mejora Lean en sus operaciones de manejo de materiales.
- En este proyecto se escogió el manejo de materiales como subproceso de la logística hospitalaria a estudiar debido al gran parecido con procesos de producción dentro de la cadena de abastecimiento de una empresa manufacturera. En el momento de relacionar las técnicas de Lean Manufacturing con los problemas en el manejo de materiales se intentó asociarlos con problemas similares dentro de los procesos de manufactura, aunque no son

iguales, son procesos en los cuales este tipo de técnicas logran mejorar estos subprocesos alcanzando un mismo objetivo, que es el de tener una mejora continua en cualquier actividad que se realice en cualquier tipo o sector de la organización, ya sea de productos o servicios.

## 7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la línea de investigación del presente proyecto con el fin de validar la herramienta desarrollada por el equipo investigador en conjunto con la colaboración de diferentes instituciones prestadoras de servicios de salud de la región.
- A lo largo del proyecto se evidencia una especial oportunidad hacia la exploración del grado de importancia de las actividades logísticas (Lavandería, Manejo de Materiales, Aseo instalaciones, entre otros) para el contexto colombiano, de tal manera que los proyectos de grado tengan un enfoque claro hacia cuales actividades logísticas son las que requieren especial atención a la hora de diseñar programas de mejoramiento continuo.
- Se recomienda desarrollar proyectos de grado acerca de la importancia del factor humano en la filosofía Lean de tal manera que sea posible identificar su nivel de importancia a lo largo de la implementación de técnicas de Lean Manufacturing para el mejoramiento de procesos.
- A lo largo del proyecto se tuvo en cuenta el factor social dentro de la implementación de técnicas de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria. Se recomienda que en futuros proyectos se incluya el factor económico dentro de esta metodología, pues Lean Manufacturing aunque ofrece técnicas que no requieren de gran inversión y son una manera económica de cambio y mejora continua, es un factor muy importante para cualquier organización, la cual no se incluyó en los alcances de este proyecto.

## 8 Bibliografía

Ayala García, J. (Julio de 2014). *La salud en Colombia: más cobertura pero menos acceso*. (C. d. (CEER), Ed.) Obtenido de Banco de la república: [http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/dtser\\_204.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_204.pdf)

Signo Vital. (Abril de 2015). *Revista Semana* .

Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). *Encuesta de Evaluación de los Servicios de las EPS*. Obtenido de Superintendencia de Salud: [www.supersalud.gov.co](http://www.supersalud.gov.co)

Herrera Linares, J. L., & Levy Mendoza, J. C. (2013). Evaluación de tecnologías de captura de datos para mejorar los procesos logísticos en una bodega satélite de una I.P.S. Cali, Colombia.

Massó, B. O. (2007). *Logística hospitalaria*. Barcelona, España.

Muñoz Machín, I. (2010). Aplicación de la metodología de Dirección de Proyectos para la implantación de Lean en el Sector Sanitario. La Rioja, España.

Aguilar-Escobar, V. G., & Garrido-Vega, P. (2012). Gestión Lean en logística de hospitales: caso de un estudio. Sevilla, España.

Ceballos-Acevedo, T. M., Velásquez-Restrepo, P. A., & Jaén-Posada, J. S. (2014). Duración de la estancia hospitalaria. Metodologías para su intervención. Bogotá, Colombia.

Graban, M. (2009). *Lean Hospitals: Improving Quality, Patient Safety and Employee Satisfaction*. Estados Unidos: CRC Press.

Escuela de organización industrial EOI. (2013). *Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación*. España.

Ozores Massó, B. (2008). *Logística hospitalaria*. España: Marge Books.

Womack, J. P., Byrne, A. P., Fiume, O. J., Kaplan, G. S., & Toussaint, J. (February de 2005). *Going Lean in Health Care*. (D. Miller, Ed.) Cambridge, MA, United States of America.

Agudelo Calderón, C. A., Cardona Botero, J., Ortega Bolaños, J., & Robledo Martínez, R. (s.f.). *Sistema de salud en Colombia: 20 años de logros y problemas*. Bogotá: Facultad de Medicina, Instituto de Salud Pública, Universidad Nacional de Colombia.

*Gasto en salud per cápita (US\$ a precios actuales)*. (s.f.). Obtenido de Banco Mundial: <http://datos.bancomundial.org/indicador/SH.XPD.PCAP>



Amaya, C. A., Beaulieu, M., Landry, S., Rebolledo, C., & Velasco, N. (2010). Potenciando la contribución de la logística hospitalaria: tres casos, tres trayectorias. Bogotá, Colombia.

Womack J.P, J. (1990). *The Machine that changed the world*. New York.

Vujica Herzog, N., & Tonchia, S. (2014). An Instrument for Measuring the Degree of Lean Implementation in Manufacturing. *Journal of Mechanical Engineering* .

Herron, C. (2007). lean or flabby? *LEAN OVERVIEW* , 36-39.

Taggart, P., & Kienhöfer, F. (2013). THE EFFECTIVENESS OF LEAN MANUFACTURING AUDITS IN MEASURING OPERATIONAL. *School of Mechanical, Industrial and Aeronautical Engineering* , 140 - 154.

Aptel, O., Pomberg, M., & Pourjalali, H. (s.f.). Improving Activities of Logistics Departments in Hospitals: A Comparison of French and U.S. Hospitals.

Potosi Montero, P., & Sanchez Rivera, Y. (2013). Diagnóstico de Procesos Logísticos en Organizaciones Prestadoras de Servicios de Salud. Cali, Colombia.

Liker, J. K. (2006). *Las claves del éxito de Toyota*. Barcelona: Gestión 2000.

Cabrera Calva, R. C. (s.f.). VSM Value Stream Mapping: Análisis de Cadena de Valor. *TPS: Mapeo del flujo de Información y Materiales* .

Campos Gómez, J. M., González Sánchez, M. J., González Bolea, L., Hidalgo Arjona, M., & Sánchez Ceballos, S. (Julio de 2012). Diseño de un modelo para implantar Lean con éxito. Vigo, España.

Rosas D., J. (s.f.). *Portal de la seguridad, la prevención y la salud ocupacional de Chile*. Obtenido de Las 5'S herramientas básicas de mejora de la calidad de vida.

Espin Carbonell, F. (2013). Técnica SMED. Reducción del tiempo de preparación. *3 Ciencias* .

Fondo PYME. (s.f.). *Instituto nacional del emprendedor*. Obtenido de Secretaría de Economía .

Sánchez Perez , D. A., & Lozada Arias , J. A. (2013). *Estructuración del mantenimiento productivo total (TPM) como herramienta de mejoramiento continuo* . Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Garcia Garrido, S. (s.f.). *Mantenimiento Petroquímica*. Obtenido de Mantenimiento en refinerías y en la industria petroquímica .

Arrieta Posada, J. G. (2000). Control visual de plantay 5S, herramientas de mejoramiento continuo. *Universidad EAFIT*.

Azarang Esfandiari, M. R. *Jidoka Automatización con la inteligencia "humana"*. Monterrey: Tecnológico de Monterrey.

Rajadell Carreras, M., & Garriga Garzon, F. (2003). Aplicación de la Matriz de Autocalidad en un proceso productivo. *V Congreso de Ingeniería de Organización*.

Garcia P., M., Quispe A., C., & Ráez G., L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Notas científicas*, 89 - 94.

Alvarado, B., & Rivas, G. (2006). *Philip Crosby*. Caracas: Universidad central de Venezuela.

Vargas Bonilla, J. A. *SIX SIGMA Una estrategia empresarial que está revolucionando al mundo*. Fundación Universitaria Konrad Lorenz.

Gómez, I. (2009). *Participación del personal. Principios ISO 9001*. Madrid: Calidad y gestión empresarial.

Narváez Rangel, E. A. (2012). *HEIJUNKA Herramientas de clase mundial*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Dynarax Systems. *introducción al sistema Kanban*. Barcelona.

Callender, C., & Grasman, S. E. (2010). Barriers and Best Practices for Material Management in the Healthcare Sector. Missouri, United States: Engineering Management Journal.

Mazur, L., McCreery, J., & Rothenberg, L. (March de 2012). Facilitating Lean Learning and Behaviors in Hospitals During the Early Stages of Lean Implementation. (E. M. Journal, Ed.) United States.

Cabrera Calva, R. (s.f.). VSM. Value Stream Mapping. Análisis de la Cadena de Valor.

## ANEXOS

### Anexo 1. Aplicaciones de Lean en el sector salud mundial.

**Tabla 13. Aplicaciones de Lean en el sector salud mundial. Tomado de: (Muñoz Machín, 2010).**

Referencia (autor, año)	País	Localización del estudio	Área de aplicación	Mejoras obtenidas
Davis, 1995	EEUU	Baxter Healthcare Corporation. Plantas de fabricación en Texas y México	Inventario final e intermedio	Con una inversión de 1.5 millones de dólares se han obtenido ahorros anuales de 2.5 millones de dólares en mano de obra directa y de 1 millón en mano de obra indirecta.
Panchak, 2003	EEUU	Community Medical Center in Missoula, Montana	Cirugía Ortopédica	Tiempo en el área de recuperación se reduce de 90 a 62 minutos. El acceso a los cuidados del paciente mejora un 20%.
	EEUU	Intermountain Health Care in Salt Lake City	Informática, laboratorio, quirófano, hospitalización	No disponibles
	EEUU	Wellmark Blue Cross Blue Shield, Des Moines	Procesos administrativos	2002- ahorros de 3,7 millones de dólares Mejora de la recogida informática de datos en un 38%. Mejora del tiempo de respuesta del call center en un 90%. 2003- ahorros de 2 millones de dólares
Panchak, 2003 Neurath, 2003 Scotchmer, 2006 Reece, 2007	EEUU	Virginia Mason Medical Center in Seattle, Washington	Cuidados respiratorios  Radiación oncológica  Quimioterapia	Reducción del inventario de material de cuidados respiratorios en un 40 to 50%. El personal de radiología oncológica redujo el tiempo que el paciente tardaba en abandonar el departamento de 42 minutos a 15. El tiempo de espera para quimioterapia se redujo de 4 horas a 90 minutos.
Pexton y Young, 2004  Varkey, Reller y Resar, 2007	EEUU	Charleston Area Medical Center (CMAC), West Virginia	Prevención de infecciones quirúrgicas	91% mejora. o sigma a 2.81 sigma. 1 millón dólares anuales ahorros.
Sunyog, 2004	EEUU	DSI laboratories, Florida	Laboratorio	Ahorros de más de 400,000\$ el primer año Reducción de las horas extras en un 60%
Johnson et al, 2004	EEUU	Hospital en central Texas	Urgencias	Mejora de la insatisfacción de los pacientes en relación con los largos tiempos de espera en urgencias. Datos no disponibles.

**Tabla 14. Aplicaciones de Lean en el sector salud mundial. Tomado de: (Muñoz Machín, 2010). Parte 2.**

Referencia (autor, año)	País	Localización del estudio	Área de aplicación	Mejoras obtenidas
Yabut y Thomas, 2004	EEUU	Children's Hospital, Central Ohio	Programación e información clínica	Documentación completada. Del 69% al 99%. Ahorros potenciales anuales de \$1,096,898.91.
Kaiser y Dykstra, 2004	EEUU	Cincinnati Children's Hospital Medical Center	PCAPI iniciativa (Patient Care and Access Process Initiative)	Tiempo desde que se produce el registro en urgencias hasta que el paciente llega a la unidad de destino se ha reducido de 330 a 260 minutos en nueve meses.
Esimai, 2005	EEUU	Mid-sized hospital	Errores en medicación	Reducción de los errores del 0.33% al 0.14% en cinco meses. Ahorro de mano de obra de 1.32 millones de dólares anuales.
Bahensky, Roe y Bolton, 2005	EEUU	The University of Iowa Hospital and Clinic (UIHC)	Tomografía Computerizada	3,000 pruebas adicionales al año. Incremento del beneficio neto en aproximadamente 750,000\$.
Wessner, 2005 Peota, 2006 Park Nicollet Health Services, 2007	EEUU	Park Nicollet Health Services (PNHS), Minneapolis	Endoscopia. (Resultados similares en los departamentos de cáncer, corazón, urgencias y curas)	Park Nicollet atiende al doble de pacientes cada día. 40.000 piezas de instrumental menos son utilizadas al mes. 7,5 millones de dólares de beneficios en el 2004 a partir de 85 RPIWs (Talleres Rápidos de Mejora de Procesos). 5,4 millones de dólares de beneficios en el 2005 fruto de los RPIWs.
Pondle et al, 2006	EEUU	Union Hospital, Terre Haute, Indiana	Urgencias	Mejora del departamento de urgencias haciéndolo más orientado al paciente, eficiente y rentable. Datos no disponibles.

**Tabla 15. Aplicaciones de Lean en el sector salud mundial. Tomado de: (Muñoz Machín, 2010). Parte 3.**

Referencia (autor, año)	País	Localización del estudio	Área de aplicación	Mejoras obtenidas
Schaarschmidt, Osada y Köpcke, 1997	Alemania	Clínica de Cirugía Pediátrica, Universidad de Münster	Codificación de diagnósticos	Con el thesaurus específico del hospital, el 93.7% de las historias pudieron ser codificadas correctamente frente al 13.1% de las historias codificadas con el estándar internacional ICD-9.
Van den Heuvel, Does y De Koning, 2006	Países Bajos	Canisius Wilhelmina Hospital In Nijmegen	Urgencias	Reducción del lead time, considerando como tal la duración del tratamiento completo desde que se entra hasta que se sale de urgencias, en un 20%.
De Koning et al, 2006	Países Bajos	Red Cross Hospital in Beverwijk	Contratación de personal Tiempos de ocupación de quirófanos Mantenimiento	Contratación de personal – 36.000€ al año Tiempos de ocupación de quirófanos – Promedio hora comienzo intervenciones de 8:35 am a 8:15 am Mantenimiento – 200.000€ ahorros
Scotchmer, 2006	UK	Bolton Hospitals NHS Trust	Cuidados de pacientes  Banco de sangre	El promedio de tiempo que los pacientes permanecen el hospital se ha reducido de 34,6 días a 23,5. El tiempo de procesado de las muestras de sangre se ha reducido en un 90%.
	UK	Hereford Hospitals NHS Trust	Lista de espera quirúrgica	La lista de espera de 3 a 4 meses se ha reducido a 30 minutos.
Sharma et al, 2007	Alemania	Seis hospitales (datos del 2002)	Ordenes de trabajo de mantenimiento	30-50% reducción del tiempo de resolución de las órdenes de trabajo.

Anexo 2. Matriz de marco lógico de la metodología a realizar por el equipo investigador

	<b>Resumen Narrativo</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>	<b>Contingencias</b>
<b>Objetivo General</b>	Aportar al desarrollo de alternativas para la gestión de las estrategias de logística hospitalaria, a partir de la adopción de filosofías, habilidades y prácticas de la Ingeniería Industrial.	Entregables y recomendaciones para posteriores proyectos.	Aprobación del proyecto por parte del tutor temático, lector y jurado.		
<b>Objetivo del proyecto</b>	Proponer a partir de lo planteado en la teoría de Lean Manufacturing el desarrollo de una metodología para la aplicación en el Sector Salud, en particular en el manejo de materiales de la logística hospitalaria.	Porcentaje de cumplimiento del proyecto	Entrega de los informes del proyecto y adecuación de los mismos con base en la retroalimentación dada.		
<b>Objetivo específico (1)</b>	1. Analizar la literatura, trabajos anteriores realizados en la Universidad y artículos de aplicación de Lean	Casos aplicados pertinentes para la investigación.	Informe con la revisión de la literatura, trabajos anteriores realizados y artículos de		

	Manufacturing en Healthcare en países desarrollados.		aplicación de Lean Manufacturing en Healthcare en países desarrollados.		
<b>Actividades</b>	1.1 Búsqueda de información en bases de datos (ScienceDirect, Ebsco host, Scopus, entre otros) y biblioteca de la Universidad Icesi.	Pertinencia de la información encontrada.	Aprobación del tutor temático sobre la información recolectada.	Existe información sobre la aplicación de Lean Manufacturing en la logística hospitalaria.	Recolección de la información a través de otros motores de búsqueda.
	1.2 Análisis de documentos encontrados de Lean Manufacturing en Logística Hospitalaria y la teoría de su aplicabilidad.	No. artículos útiles / No. artículos encontrados.	Casos de aplicación de Lean Manufacturing en la logística hospitalaria.	Existen casos de aplicación de Lean Manufacturing en la logística hospitalaria.	Adecuación de casos de aplicación de Lean Manufacturing de otros sectores de servicios.
	1.3 Documentación de antecedentes y literatura de Lean Manufacturing en Logística Hospitalaria.	Marco de referencia.	Aprobación del marco de referencia por parte del tutor metodológico y temático.	Buena calidad de la información documentada.	Revisión de los ajustes propuestos por ambos tutores.
<b>Objetivo específico (2)</b>	2. Identificar las variables y características actuales del sector	Determinación de las variables y características de la	Informe con las variables y características del manejo de materiales	Acceso a la información sobre la logística	Adecuación de las variables y características de la logística

	salud colombiano específicamente en el manejo de materiales.	logística hospitalaria colombiana.	identificadas y diagrama de proceso propio de dicho procedimiento.	hospitalaria colombiana.	hospitalaria de otros países a la realidad colombiana.
<b>Actividades</b>	2.1 Búsqueda de información en bases de datos (ScienceDirect, Ebsco host, Scopus, entre otros) y biblioteca de la Universidad Icesi.	Pertinencia de la información encontrada.	Aprobación del tutor temático sobre la información recolectada.	Existe información sobre la logística hospitalaria en el contexto colombiano a través de los motores de búsqueda.	Recolección de la información a través de otros motores de búsqueda.
	2.2 Análisis y documentación de las características y variables de la Logística Hospitalaria en Colombia.	Descripción detallada de los megaprosos del manejo de materiales en la logística hospitalaria.	Validación de los megaprosos por parte de un experto del hospital en el área logística (ESE Centro).	Alta calidad de la información documentada.	Revisión de los ajustes propuestos por el tutor y el experto en logística hospitalaria.
	2.3 Determinación y descripción de los problemas encontrados a través de los megaprosos del manejo de materiales.	Numero de problemas abarcados / Numero de problemas potenciales dentro del manejo de materiales	Aprobación de los problemas en el manejo de materiales encontrados por parte de un experto del hospital en el área logística (ESE Centro).	Existe suficiente información para poder identificar los problemas en el manejo de materiales.	Registro de otros problemas en el manejo de materiales aportados por el experto en logística hospitalaria.



<b>Objetivo específico (3)</b>	3. Determinar las estrategias para la aplicabilidad de Lean Manufacturing en el manejo de materiales de la logística hospitalaria.	Alineación de la(s) técnica(s) de Lean Manufacturing propuesta(s) con el proceso caracterizado.	Planteamiento de las técnicas de Lean Manufacturing que se ajustan a los problemas dentro del manejo de materiales de la logística hospitalaria.	Existen técnicas de Lean Manufacturing que se adecuan al nivel de madurez de la logística del hospital.	Adaptar las técnicas de Lean Manufacturing a la realidad del proceso logístico.
<b>Actividades</b>	3.1 Determinar los niveles de madurez correspondientes a la contribución logística y cultural en el manejo de materiales.	Clasificación de cuatro niveles de madurez.	Validación de la categorización por parte del tutor y un experto en logística hospitalaria.	Niveles correspondientes a la situación del centro de salud (ESE Centro).	Nueva categorización de los niveles de madurez.
	3.2 Estructuración de las técnicas de Lean Manufacturing que se adecuan a los diferentes niveles de madurez de la logística hospitalaria.	Técnicas de Lean Manufacturing para cada nivel de madurez logístico determinado.	Evaluación de la categorización realizada por parte del tutor temático.	Validación de la categorización realizada por parte de un experto de la logística hospitalaria.	Nueva estructuración de las técnicas con su respectivo nivel de madurez logístico.
	3.3 Análisis de las técnicas de Lean Manufacturing que se adecuan a los problemas establecidos en este proyecto del manejo de materiales.	Número de técnicas para resolver problemas en el manejo de materiales / Número de técnicas planteadas inicialmente en este proyecto.	Acciones que relacionan las técnicas de Lean Manufacturing con los problemas en el manejo de materiales.	Las técnicas se adaptan al nivel de madurez del hospital y los problemas encontrados.	Reestructuración de las técnicas a adaptar al nivel de madurez del hospital y los problemas en el

					manejo de materiales.
<b>Objetivo específico (4)</b>	4. Proponer una metodología para la implementación de Lean Manufacturing en logística hospitalaria y desarrollar una prueba piloto.	Realizar el documento de la metodología utilizada.	Validación del éxito de la metodología en posteriores proyectos.	La metodología es aplicada con éxito.	Reestructuración de la metodología planteada por este proyecto.
<b>Actividades</b>	4.1 Documentación de la metodología para la implementación de Lean Manufacturing en la logística hospitalaria.	Metodología detallada de los procesos realizados para la implementación de Lean Manufacturing en la logística hospitalaria.	Verificación de los procesos enunciados con los realizados.	La propuesta metodológica es acorde al alcance de los hospitales.	Adecuación de la metodología enunciada para la futura aplicación de los hospitales.
	4.2 Estructuración y manual de las técnicas de Lean Manufacturing que se adecuan a los diferentes niveles de madurez de la logística hospitalaria.	Clasificación final de las técnicas de Lean Manufacturing en la matriz de niveles de madurez de la logística hospitalaria.	Trabajo de campo y validación de la categorización realizada por parte de expertos de los hospitales en el área logística en futuros proyectos.	Las técnicas se adecuan a cada nivel de madurez correspondiente.	Reestructuración de las técnicas de Lean Manufacturing en la matriz de niveles de madurez de la logística hospitalaria.
	4.3 Metodología de los pasos a realizar por	No. Técnicas utilizadas para la implementación/ No.	Evaluación de la mejora del proceso logístico del hospital	Aprobación por parte del hospital.	Negociación con el hospital para la

	parte de los centros de salud.	Técnicas de Lean Manufacturing	en cuestión por medio de la ejecución de la prueba piloto en un futuro proyecto.		implementación de las técnicas.
--	--------------------------------	--------------------------------	--	--	---------------------------------

**Anexo 3.** Cartilla entregada a los centros hospitalarios con documentación e información de las técnicas de Lean Manufacturing a aplicar dentro del manejo de materiales de la logística hospitalaria.

### **CARTILLA DE LEAN MANUFACTURING**

Con el objetivo de lograr una mayor apropiación de las técnicas desarrolladas desde Lean Manufacturing para el mejoramiento de procesos por parte de los hospitales, se desarrolló esta pequeña cartilla.

Sin embargo, resulta conveniente en primera instancia describir el significado de Lean Manufacturing. No obstante, es importante resaltar que existen diferentes definiciones de Lean manufacturing, algunos autores lo entienden como un conjunto de herramientas, prácticas técnicas como lo describe Womack en su libro "The Machine That Changed the World": Lean Manufacturing se define como un conjunto integrado de prácticas socio-técnicas destinados a eliminar los residuos a lo largo de toda la cadena de valor dentro ya través de las empresas (Womack J.P, 1990). Por otro lado y para evidencia de las similitudes de otras definiciones que también entienden Lean manufacturing de esta manera, Lean manufacturing también se puede ver desde el punto de vista práctico como un conjunto de prácticas de gestión, herramientas o técnicas para una gestión eficaz (Vujica Herzog & Tonchia, 2014).

Debido a todo lo anterior, para efectos del presente proyecto, Lean Manufacturing será entendido como filosofía de trabajo por que se necesita de una nueva CULTURA de la mejora basada en la comunicación y el trabajo en equipo, Lean Manufacturing no es un concepto estático, es una combinación de distintos elementos, técnicas y aplicaciones que no son posible sin un apoyo de los trabajadores, desde los operarios hasta los directivos. "La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas" (Escuela de organización industrial EOI, 2013)

A continuación, se realizará la explicación de las diferentes técnicas de Lean Manufacturing realizando una subdivisión en dos categorías: técnicas para el diagnóstico de procesos y técnicas para el mejoramiento de procesos:

#### **9 Técnicas para el diagnóstico de procesos**

El diagnóstico de un proceso es vital en para el mejoramiento del mismo. Podría hacerse un símil con la importancia de la toma de una radiografía con el diagnostico de una enfermedad a un paciente, donde es dicho examen el que permite saber a ciencia cierta la gravedad del problema. De esta manera, el diagnostico a un proceso es una etapa crucial en el mejoramiento del mismo y por tal motivo a continuación se presentará la técnica desarrollada desde la filosofía Lean para el diagnóstico:

### 9.1 Value Stream Mapping

El Value Stream Mapping o mapeo de flujo de valor es una herramienta para la detección de desperdicios en un proceso en específico. De igual manera, es de gran utilidad a la hora de identificar fuentes de ventaja competitiva, universalizar un lenguaje entre las partes interesadas y establecer posibles acciones de mejora. Identifica la secuencia de actividades y el movimiento de lo que el **cliente valora**, teniendo en cuenta materiales, información y procesos que aportan directamente a la satisfacción del cliente (Cabrera Calva R. C.).

Por otro lado, existen diferentes tipos de diagramas con los cuales es posible representar el flujo de valor como por ejemplo el diagrama de Tortuga, Pulpo, SIPOC (Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes – proveniente de un acrónimo en inglés), siendo este ultimo el más extendido para el desarrollo del mapeo (Cabrera Calva R. C.).

El mapeo de flujo de valor permite, a su vez, identificar el tipo de actividades que se desarrollan para la obtención de un producto, las cuales se presentan en el siguiente gráfico:



Gráfico 3. Tipos de actividades en un flujo de valor. Tomado de: VSM. Value Stream Mapping. Análisis de Cadena de Valor (Cabrera Calva R. )

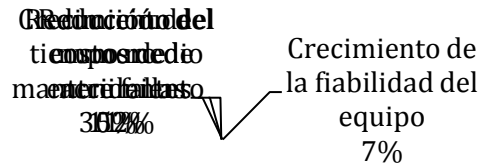
En dicho gráfico se logra apreciar que partiendo desde las necesidades del cliente, una empresa puede realizar cuatro tipos de actividades. La primera de ellas, las actividades con valor agregado y necesarias son aquellas actividades principales para la satisfacción del cliente y son las que deben ser maximizadas. Por su parte, las actividades con valor agregado y no esenciales son aquellas en las cuales resulta necesario crear una necesidad del cliente por sentir satisfacción por estas y valorarlas. Asimismo, las actividades sin valor agregado y necesarias requieren de su minimización con el objetivo de mantener minimizado su costo. Finalmente, las actividades sin valor agregado y no esenciales requieren de eliminación para el mejoramiento del flujo de valor.

## **10 Técnicas para el mejoramiento de procesos**

### **10.1 5S**

La técnica 5s es una práctica de calidad que se refiere al mantenimiento integral de equipos, infraestructura y entorno en el puesto de trabajo. La aplicación de esta técnica mejora la calidad en los procesos, permite la eliminación de tiempos muertos y reduce costos dentro del proceso que se está realizando. Para la aplicación de esta técnica se requiere el compromiso de todos los integrantes de la organización empezando por los niveles más altos dentro de la jerarquía organizacional hasta los operarios logrando un modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene.

En la gráfica 10 se muestran algunos resultados de la aplicación de las primeras 3s en empresas de todo el mundo, esta es una evidencia de los beneficios que brinda la implementación de las 5S en la organización, consiguiendo una mejora continua que involucra el compromiso de todos los integrantes de la organización y un trabajo en equipo constante (Rosas D.).



**Figura 2 Resultado de la aplicación de las primeras 3S.**

**Fuente: Las 5´S herramientas básicas de mejora de la calidad de vida. Autor: Justo Rosas D**

Para implementar las 5s básicamente es seguir los pasos que cada S indica:

### 1S: Seiri (Clasificación)

Consiste en separar los objetos necesarios y los que no, y ubicarlos en un espacio conveniente dependiendo de su importancia. Para poner en práctica la primera S se deben resolver y atacar las siguientes preguntas:

1. ¿Qué se puede eliminar?
2. ¿Qué se debe guardar?
3. ¿Qué puede ser útil para otra persona o departamento?
4. ¿Que se debería reparar?
5. ¿Qué se podría vender?

**Recomendación:** La clasificación de residuos como compromiso con el medio ambiente y aún más dentro de la logística hospitalaria, puesto que es necesario garantizar la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares. También se tiene que tener en cuenta que esta herramienta es útil para cualquier puesto de trabajo o espacio en cualquier sector organizacional, es decir, desde un dormitorio hasta un hospital de gran complejidad.

## 2S: Seiton (Organización)

Consiste en organizar los objetos anteriormente clasificados como necesarios en espacios convenientes y estratégicos donde se puedan alcanzar con facilidad y así mismo devolverlos al mismo puesto, cada objeto debe tener un único lugar. El objetivo es tener en el puesto de trabajo o espacio lo necesario, en la cantidad justa, con la calidad requerida y en el momento y lugar adecuado. Para poner en práctica la segunda S se deben responder y atacar las siguientes preguntas aplicadas a cada uno de los objetos clasificados como necesario:

1. ¿Es posible reducir el inventario de dicho objeto?
2. ¿Es necesario que dicho objeto este a la mano?
3. ¿Todos los usuarios del puesto de trabajo conocen el nombre del objeto?
4. ¿Cuál es el mejor lugar para el objeto?

**Recomendación:** Se debe tener en cuenta que todo objeto tiene un nombre y es importante que todos los integrantes de la organización lo conozcan, es ideal que este objeto cuente con un único nombre. También cada objeto debe tener un lugar exclusivo y definido e igualmente debe ser conocido por todos los integrantes de la organización (Rosas D.).

## 3S: Seiso (Limpieza)

Consiste en como su nombre lo dice mantener limpio el puesto de trabajo no solo como responsabilidad y requerimiento de la organización si no como conciencia de toda la organización de la importancia de la limpieza que proporciona calidad y seguridad en el puesto de trabajo. En este punto se deben limpiar e inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos.

Para conseguir que la limpieza sea un hábito se deben seguir los siguientes pasos:

1. Todos los integrantes de la organización deben limpiar utensilios y herramientas al terminar de usarlas y antes de guardarlos.
2. Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en condiciones de uso.
3. No se debe tirar nada al suelo
4. No existe ninguna excepción cuando se trata de limpieza. El objetivo no es impresionar sino tener el ambiente ideal para trabajar a gusto y obtener la Calidad Total.



(Rosas D.)

También para poner en práctica la tercera S se debe responder y atacar las siguientes preguntas:

5. ¿El puesto de trabajo puede considerarse como “Limpio”?
6. ¿Cómo se podría mantener limpio siempre el puesto de trabajo?
7. ¿Qué utensilios, tiempo o recursos son necesarios para mantener la limpieza?
8. ¿Qué podría mejorar el grado de limpieza?

**Recomendación:** Como se mencionó en el capítulo 1 de este proyecto no basta solo en implementar o asignar una responsabilidad de limpieza si no existe na conciencia de las ventajas y las oportunidades de mejora que brinda tener un espacio y entorno limpio, la cual ayuda también a que esta mejora continúe y se mantenga en el tiempo.

#### 4S: **Seiketsu (Estandarizar)**

Esta S también es entendida como higiene, pues consiste en el mantenimiento de la limpieza y el orden. En esta parte de la técnica 5S se busca consolidar las metas establecidas en las 3S anteriores por medio de controles periódicos de lo que está pasando en el proceso luego de la implementación.

En esta etapa de la técnica se puede acudir a otras técnicas de Lean Manufacturing como la gestión visual, puesto que por medio de tarjetas verdes y rojas se puede marcar los lugares que aún mantienen de manera correcta la técnica y los que aún no mantienen dicha limpieza y organización alertando a que existe una oportunidad de mejora. A continuación se indican otros recursos visuales que ayudan a la estandarización de la limpieza y el orden en el puesto de trabajo:

- Avisos de peligro, advertencias, limitaciones de velocidad, etc.
- Informaciones e Instrucciones sobre equipamiento y máquinas.
- Avisos de mantenimiento preventivo.
- Recordatorios sobre requisitos de limpieza.
- Aviso que ayuden a las personas a evitar errores en las operaciones de sus lugares de trabajo.
- Instrucciones y procedimientos de trabajo.

Para la implementación de esta cuarta S se deben responder y atacar estas siguientes preguntas:

5. ¿Qué tipo de carteles, avisos, advertencias, procedimientos hacen falta?

6. ¿Los que ya existen son adecuados? ¿Proporcionan seguridad e higiene?
7. En general ¿Se calificaría el entorno de trabajo como motivador y confortable?
8. En caso negativo ¿Cómo se podría colaborar para que si lo fuera?

(Rosas D.)

**Recomendación:** Las técnicas visuales utilizadas en este paso deben ser visibles a cierta distancia, deben colocarse en sitios adecuados, deben ser claros, objetivos fáciles de entender y por último, deben contribuir a la creación de un lugar de trabajo motivador y confortable.

### 5S: Shitsuke (Disciplina)

Esta S se considera la más importante pues si no se cuenta con una disciplina y una cultura de orden y limpieza la técnica no brindara las ventajas y beneficios a la organización. Esta etapa consiste en convertir en hábito el método estandarizado en la S anterior.

En este paso no se requiere un supervisor que castigue la discontinuidad del trabajo realizado en las anteriores S si no que es la voluntad y la cultura de todos los integrantes de la organización de hacer las cosas como se deben hacer, es decir, con buenos hábitos logrando el crecimiento a nivel humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción (Rosas D.).

Para lograr aplicar esta última S se debe tener claro y preguntar siempre:

1. ¿Qué quiero hacer?

Recomendación: Una de las partes más importantes en esta etapa es el entrenamiento y la formación de los empleados, a partir de objetivos y metas y la puesta en práctica de todas las S anteriores.

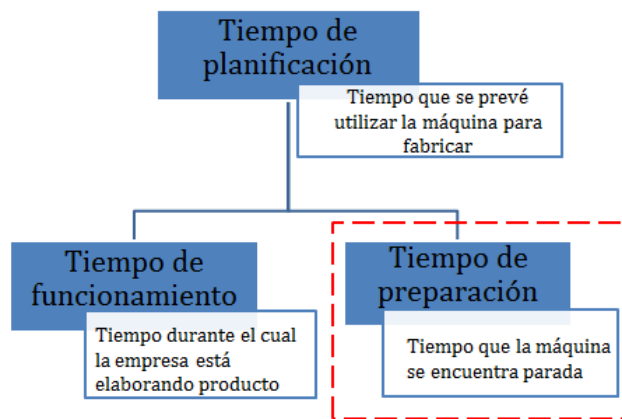
La técnica 5S permite que las demás técnicas Lean Manufacturing se implementen con mayor facilidad puesto que rompe los viejos procedimientos y adopta una cultura nueva dentro de la organización de mantenimiento del orden, limpieza e higiene (Escuela de organización industrial EOI, 2013).

Las 5S es el mejor ejemplo de que Lean Manufacturing es más que un grupo de técnicas y herramientas, Lean Manufacturing es una cultura que vista como una filosofía de trabajo brinda que la implementación de las técnicas haga efecto y den paso a la mejora continua.

## 10.2 SMED (Single Minute Exchange of Dies/Cambio rápido de herramientas)

La técnica SMED establece una serie de pasos, en los que se estudian concienzudamente las operaciones que tienen lugar durante el proceso de cambio de lote, haciendo posible una reducción radical del tiempo de preparación y la estandarización de operaciones.

En la figura 11 se muestran los elementos usados en la técnica SMED, donde se observa el elemento de interés a mejorar por medio de esta técnica, y este es el de tiempo de preparación, donde se encuentran básicamente los tiempos muertos por avería, descansos de producción y la principal preocupación, por cambio de lotes.



**Figura 3 Elementos de la técnica SMED**

**Autor: Autoría propia**

Esta técnica busca la reducción de los tiempos de preparación de máquina, los defectos y las inspecciones y la eliminación de errores en los ajustes de útiles por medio de estos siguientes pasos (Espin Carbonell, 2013):

### 1. Observar

El proceso de cambio de lote discurre desde última pieza correcta del lote anterior, hasta la primera pieza correcta del lote siguiente. En este primer paso, se realiza la observación detallada del proceso con el fin de comprender cómo se lleva a cabo y conocer el tiempo invertido en dichos procesos. Este paso se puede llevar a cabo a partir de 3 actividades:

- Filmación completa de la operación de preparación prestando especial atención a los movimientos de manos, cuerpo y ojos.

- Creación de un equipo de trabajo multidisciplinar con el cual se aclaran dudas y se recopilan ideas. •
- Elaboración del documento de trabajo donde se resumirán de forma sencilla las actividades realizadas y los tiempos que comprenden.

## 2. Identificar y separar

En este paso se debe identificar y separar las operaciones internas y externas. Se entiende por operaciones internas aquellas que se deben realizar con la máquina parada y operaciones externas las que pueden realizarse con la máquina en funcionamiento.

## 3. Convertir

En esta fase las operaciones externas pasan a realizarse fuera del tiempo de cambio, reduciéndose el tiempo invertido en dicho cambio.

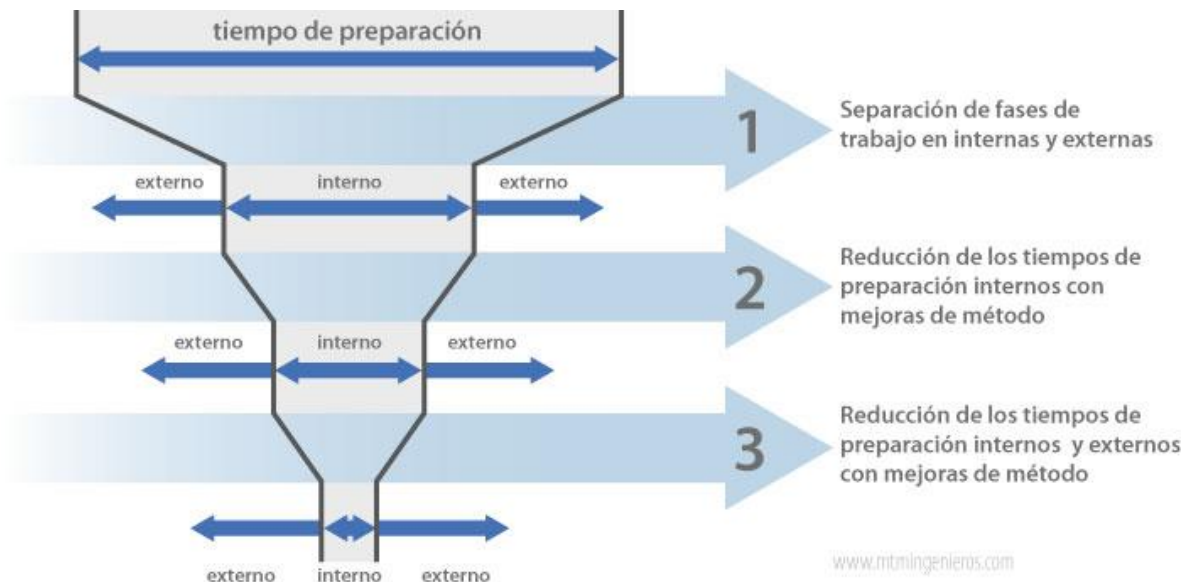
## 4. Refinar

En este punto se busca la optimización de todas las operaciones, tanto internas como externas, con el objetivo de acortar al máximo los tiempos empleados. Los tiempos de preparación externa se reducen mejorando la localización, identificación y organización de útiles, herramientas y resto de elementos necesarios para el cambio. Para la reducción de los tiempos de preparación interna se llevan a cabo operaciones en paralelo, se buscan métodos de sujeción rápidos y se realizan eliminaciones de ajustes.

## 5. Estandarizar

La última fase busca mantener en el tiempo la nueva metodología desarrollada. Para ello se genera documentación sobre el nuevo procedimiento de trabajo, que puede incluir documentos escritos, esquemas o nuevas grabaciones de vídeo.

Los objetivos y los pasos de la implementación de la técnica SMED se resumen en la gráfica 12.



**Figura 4 Resumen de los objetivos de la técnica SMED**

**Fuente: mtm ingenieros. ¿Qué es SMED?**

Para concluir, los principales beneficios que se obtienen tras la aplicación de esta técnica son la transformación de tiempo no productivo en tiempo productivo, que repercute en un incremento de la capacidad de producción y de la productividad de la planta. Otro beneficio es la reducción del lote de producción, cuyas consecuencias son un incremento de la flexibilidad de la planta frente a los cambios de la demanda, una reducción del plazo de entrega, una disminución del stock de material en curso y la consecuente liberación de espacio en la planta productiva. Y por último, se estandarizan los procedimientos de cambio de lote, estableciendo métodos de trabajo cómodos y seguros, reduciendo el producto rechazado en los procesos de ajuste, ofreciendo procesos de aprendizaje fáciles y garantizando la competitividad de la empresa a lo largo del tiempo (Espin Carbonell, 2013).

### 10.3 Estandarización

Esta es una de las técnicas claves y la base para el alcance de la adecuada implementación de las otras técnicas de Lean Manufacturing que busca la mejora continua y una nueva cultura en la organización. El objetivo de esta técnica es lograr un comportamiento estable que genere productos y servicios con calidad homogénea, tiempos cortos y un bajo costo.

Los pasos para estandarizar un proceso son (Escuela de organización industrial EOI, 2013):

1. Definir un modo de hacer las cosas de forma estándar.
2. Mejorar
3. Verificar el efecto de la mejora.
4. Estandarizar de nuevo logrando la repetición de este ciclo, es decir la mejora continua.

Estos pasos se resumen y se describen en un ciclo llamado PHVA, una técnica de calidad que también brinda Lean Manufacturing, esta técnica se describe más adelante. El alcance de la estandarización de los procesos se muestra en la gráfica 13.



**Figura 5 Alcance de la estandarización**

**Fuente: Instituto nacional del emprendedor**

Algunos de los beneficios de estandarizar se muestra en la gráfica 13 puesto que la estandarización es la mejor forma de preservar el conocimiento y la experiencia, suministra una base para el mantenimiento y la mejora de la forma de realizar el trabajo, previene la recurrencia de errores, minimiza la variación, entre otros (Fondo PYME).

Los dos aspectos más importante para la estandarización son: Primero que cuente con descripciones escritas y graficas que ayuden a comprenda las técnicas y los conocimientos sobre métodos de hacer las cosas (Escuela de organización industrial EOI, 2013). Y como segundo aspecto la participación de los miembros del proceso por medio de capacitación puesto que son ellos los que realizan las tareas y los que establecerán y realizaran la labor estandarizada. Este último aspecto es el que evidencia la importancia de la participación de todos los integrantes de la organización buscando una cultura de mejora continua (Fondo PYME).

## **10.4 TPM (Mantenimiento Productivo Total)**

TPM es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las averías con la participación y motivación de todos los empleados. En esta técnica donde es sumamente importante una cultura de prevención, los operarios toman conciencia de la necesidad del mantenimiento y del control permanente de los equipos para conservarlos en buen estado y detectar anomalías antes de que causen daños, es decir, realizar un mantenimiento preventivo en vez del correctivo.

La implementación de esta técnica requiere la necesidad de compromiso por parte de todos los miembros de la organización y la autoridad para que cualquier empleado pueda efectuar acciones de prevención (Sánchez Perez & Lozada Arias , 2013).

Los pasos para desarrollar la implementación de la técnica TPM se describen a continuación (García Garrido):

### **1. Aseo inicial**

En esta fase se busca limpiar la máquina de polvo y suciedad, a fin de dejar todas sus partes perfectamente visibles. Se implementa además un programa de lubricación, se ajustan sus componentes y se reparan todos los defectos conocidos.

### **2. Medidas para descubrir las causas de la suciedad, el polvo y las fallas**

Una vez limpia la máquina es indispensable que no vuelva a ensuciarse y a caer en el mismo estado. Se deben evitar las causas de la suciedad, el polvo y el funcionamiento irregular, se mejora el acceso a los lugares difíciles de limpiar y de lubricar y se busca reducir el tiempo que se necesita para estas dos funciones básicas.

### **3. Preparación de procedimientos de limpieza y lubricación**

En esta fase aparecen de nuevo las dos funciones de mantenimiento primario o de primer nivel asignadas al personal de producción: Se preparan en esta fase procedimientos estándar con el objeto que las actividades de limpieza, lubricación y ajustes menores de los componentes se puedan realizar en tiempos cortos.

#### 4. Inspecciones generales

Conseguido que el personal se responsabilice de la limpieza, la lubricación y los ajustes menores, se entrena al personal de producción para que pueda inspeccionar y chequear el equipo en busca de fallos menores y fallos en fase de gestación, y por supuesto, solucionarlos.

#### 5. Inspecciones autónomas

En esta quinta fase se preparan las gamas de mantenimiento autónomo, o mantenimiento operativo. Se preparan listas de chequeo (check list) de las máquinas realizadas por los propios operarios, y se ponen en práctica. Es en esta fase donde se produce la verdadera implantación del mantenimiento preventivo periódico realizado por el personal que opera la máquina.

#### 6. Orden y Armonía en la distribución

La estandarización de actividades es una de las esencias de la Gestión de la Calidad Total (Total Quality Management, TQM), que es la filosofía que inspira tanto el TPM como el JIT. Se busca crear procedimientos y estándares para la limpieza, la inspección, la lubricación, el mantenimiento de registros en los que se reflejarán todas las actividades de mantenimiento y producción, la gestión de la herramienta y del repuesto, etc

#### 7. Optimización y autonomía en la actividad

La última fase tiene como objetivo desarrollar una cultura hacia la mejora continua en toda la empresa: se registra sistemáticamente el tiempo entre fallos, se analizan éstos y se proponen soluciones. Y todo ello, promovido y liderado por el propio equipo de producción.

En esta técnica es oportuno definir un sistema de indicadores para capturar, medir, analizar y evaluar los resultados respecto al objetivo, principalmente el indicador numérico natural para el TPM, denominado Índice de Eficiencia Global del Equipo (OEE). Este indicador establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido, si durante el proceso no ocurrió ninguna anomalía, es decir fue perfecto y las unidades sin defectos que realmente se han producido (Escuela de organización industrial EOI, 2013). El cálculo de dicho indicador se presenta en la figura 14.





**Figura 6 Esquema de los componentes del OEE**

**Tomado de: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Escuela de Organización Industrial EOI de España**

Disponer de un OEE de 70% por ejemplo, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber fabricado, sólo ha producido 70. Un buen OEE se debe situar por encima del 85%. Este indicador permite valorar la progresión Lean a medida que se van introduciendo sucesivas mejoras (Escuela de organización industrial EOI, 2013).

## 10.5 Control Visual

El control visual es una herramienta de mejoramiento continuo que busca de una manera sencilla que cualquier persona en la organización e inclusive ajena a esta pueda determinar con una sola mirada, sin preguntar a nadie, sin tener que consultar en un computador que es lo que ocurre en la empresa o en el sitio de trabajo, como cumple sus metas y que rendimiento se está logrando (Arrieta Posada, 2000) .

El control visual no solo comunica el estado del sistema o proceso a controlar, sino que también comunica los resultados alcanzados gracias a las mejoras y buenos hábitos de los empleados. El objetivo de esta técnica es también mantener informado al personal del impacto de sus esfuerzos en los resultados creando motivación y logrando nuevas perspectivas e ideas para la organización (Escuela de organización industrial EOI, 2013). Esta técnica promueve la cultura de la mejora continua en la organización.

## 10.6 JIDOKA

Esta técnica permite que cualquier problema de producción sea evidente al parar la producción. Consiste en que si el proceso detecta alguna anomalía, se detiene, consiguiendo así que las piezas defectuosas no continúen en el proceso.

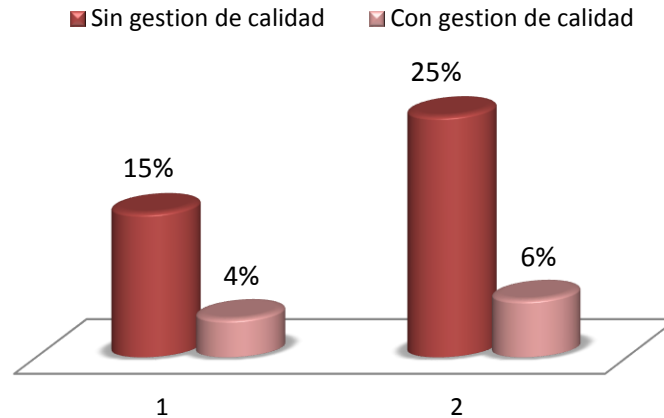
Los pasos de Jidoka son:

1. Detectar una anomalía
2. Parar el proceso
3. Corregir o arreglar la condición
4. Investigar la causa raíz e instalar contramedidas.

El paro en el proceso después de detectar una anomalía puede ser hecho por el operario o la misma máquina. Este último se realiza a través de mecanismos o dispositivos llamados Poka-yoke que una vez instalados evitan los defectos. Estos dispositivos pueden ser alarmas o luces que indiquen que en el proceso hay un problema y es necesario parar, estos medios también son llamados Andon los cuales también pueden ser automatizados o activados manualmente. Estos dispositivos tienen tres funciones contra los defectos: pararlos, controlarlos y avisar de ellos para que el operario por medio de otras herramientas como los 5 porque pueda descifrar la causa de la anomalía y solucionarla (Azarang Esfandiari).

El objetivo de esta técnica es lograr que el proceso tenga un autocontrol de calidad, producir piezas con cero defectos, por lo que no existirá la necesidad de reparar piezas defectuosas y convertir a máquinas y operarios en inspectores de calidad (Escuela de organización industrial EOI, 2013).

A continuación se presentan técnicas de Lean Manufacturing enfocados a la calidad, se admite, estadísticamente, que en las organizaciones sin "Gestión de mejora Continua" se tienen un mayor volumen de ineficiencia en las ventas a diferencia de las organizaciones que si hacen "Gestión de mejora Continua". El efecto que tiene la gestión de mejora continua radica en los resultados y la competitividad para la organización. En la gráfica 16 se muestra los porcentajes de volumen de ineficiencia en las ventas comparando las organizaciones que hacen gestión de mejora continua y las que no.



**Figura 7 Volumen de ineficiencias de organización con y sin gestión de calidad**

### 10.7 Chequeos de Autocontrol

Los chequeos de autocontrol proponen que cada operario se encargue de la inspección de su respectiva operación. Inicialmente, la tasa de defectos será mayor ya que se detectaran defectos que antes pasaban inadvertidos, pero finalmente se lograran cero defectos puesto que un defecto encontrado en una estación del proceso no seguirá avanzando hasta el final.

### 10.8 Matriz de Autocalidad

La Matriz de Autocalidad (MAQ) es una herramienta de soporte para medir tanto la frecuencia con que se producen los defectos como el lugar donde éstos se generan y detectan (Rajadell Carreras & Garriga Garzon, 2003). Esta herramienta se origina a partir de los datos de defectos anotados en las "Hojas de registro de defectos" (Figura 14) donde se registra en qué momento se encontró algún defecto.

HOJA DE REGISTRO DE DEFECTOS								
PRODUCTO:			Semana N°					
OPERARIO:			Turno:					
PUESTO: CONTROL ASPECTO			Línea:					
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Acumul.
1	Granos							
2	Rayas, marcas, o rebabas.							
3	Golpes o roces							
4	Ampollas o aguas							
5	Falta/exceso pintura							
6	Exceso de cola					I		
7	Retenedor roto							
Defecto no conocido:								

Figura 8 Hoja de registro de defectos

Tomada de: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Escuela de Organización Industrial EOI de España

La matriz de autocalidad se presenta en la figura 15, la idea es que la matriz señale una diagonal principal si existieron defectos durante el proceso, puesto que si es así esta diagonal indica que todos los defectos se detectaron en la fase donde se generaron, la matriz de autocalidad es una herramienta de control con el objetivo de que no se produzca ningún incidente con el cliente, el cual es identificado por que no aparece ninguna marca en la parte inferior de la matriz (Escuela de organización industrial EOI, 2013).

		FASE DONDE SE PRODUCE EL DEFECTO							
		Proveedor Externo	Proveedor Interno	Fase 1	Fase 2	Fase 3	—	Fase n	Total ppm
FASE DONDE SE DETECTA EL DEFECTO	Fase 1								
	Fase 2								
	Fase 3								
	—								
	Fase n								
	Cliente interno								
	Cliente externo								
Total ppm									
		TOTAL DE PIEZAS PRODUCIDAS EN UN PERIODO				TOTAL PPM			

Objetivo: Diagonalizar la matriz aquí. Los defectos se detectan donde se producen

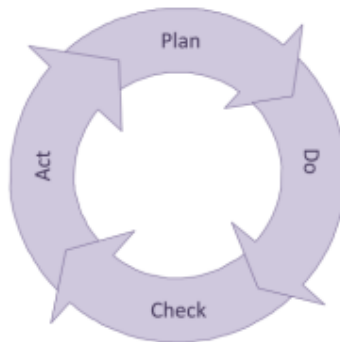
Tabla 16 Matriz de autocalidad. Fuente: Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Escuela de Organización Industrial EOI de España

Como se observa en la figura 15 la matriz de autocalidad cuenta con filas y columnas que representan cada una de las fases del proceso productivo, en las columnas se indica donde se produjeron los defectos, y en las filas donde se detectó el defecto, por ellos si el defecto se detectó donde se produjo la marca considera en el mismo cuadro, pues el defecto se produjo y se detectó en el mismo lugar. La matriz también tiene dos columnas llamadas proveedor externo y proveedor interno por si los defectos se produjeron por fuera o antes de la línea de producción, igualmente la matriz tiene dos filas llamadas cliente interno y cliente externo para indicar si los defectos fueron detectados cuando salieron de la línea de producción o aun peor llegaron a las manos del cliente.

### 10.9 Ciclo PHVA

El ciclo PHVA es un ciclo que está en pleno movimiento y se puede desarrollar en cada uno de los procesos. Está ligado a la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto para los productos como para los procesos de la organización (Garcia P., Quispe A., & Ráez G., 2003).

El ciclo PDCA con sus siglas en ingles es el que guía todo el proceso de mejora continua que consiste en: P (plan), diagnosticar los problemas, definir los objetivos y la estrategia para abordarlos; D (do), llevar a cabo el plan, C (check), analizar los resultados; y A (act), ajustar, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y realizar una nueva P o pasar a la S, al estándar, si se han cubierto los objetivos (Escuela de organización industrial EOI, 2013). Este ciclo se representa en la figura 16.



**Figura 9 Ciclo PDCA o PHVA.**

**Tomado de: : Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Escuela de Organización Industrial EOI de España**

Los elementos del ciclo se plantean detalladamente a continuación (García P., Quispe A., & Ráez G., 2003):

Planificar:

- Involucrar a la gente correcta
- Recopilar los datos disponibles
- Comprender las necesidades de los clientes
- Estudiar exhaustivamente el/los procesos involucrados
- ¿Es el proceso capaz de cumplir las necesidades?
- Desarrollar el plan/entrenar al personal

Hacer:

- Implementar la mejora/verificar las causas de los problemas
- Recopilar los datos apropiados

Verificar:

- Analizar y desplegar los datos
- ¿Se han alcanzado los resultados deseados?
- Comprender y documentar las diferencias
- Revisar los problemas y errores
- ¿Qué se aprendió?
- ¿Qué queda aún por resolver?

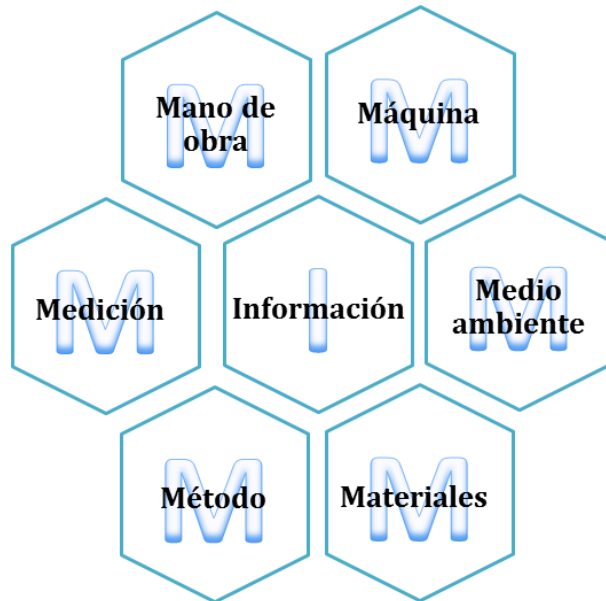
Actuar:

- Incorporar la mejora al proceso
- Comunicar la mejora a todos los integrantes de la empresa
- Identificar nuevos proyectos/problemas

Cualquier acción que tome la organización debe seguir el ciclo PHVA para que dé resultados satisfactorios pues de allí deben derivarse indicadores que evalúan la calidad de los procesos y productos que generan y que contribuyen a la mejora. Este ciclo se orienta a los procesos y es la base de la mejora continua, pues, las organizaciones lograrán el liderazgo en la medida que tengan la habilidad para mantener la excelencia de sus procesos y se comprometan con el constante desarrollo de sus objetivos, siempre orientados a la satisfacción de sus clientes.

### **10.10 Cero Defectos**

El objetivo final de las herramientas de calidad es la obtención de cero defectos que englobe los cinco elementos claves de las fábricas (Escuela de organización industrial EOI, 2013). En la gráfica 17 se mencionan los elementos claves de mejora dentro de la organización, actualmente estos son llamados 6M + 1I.

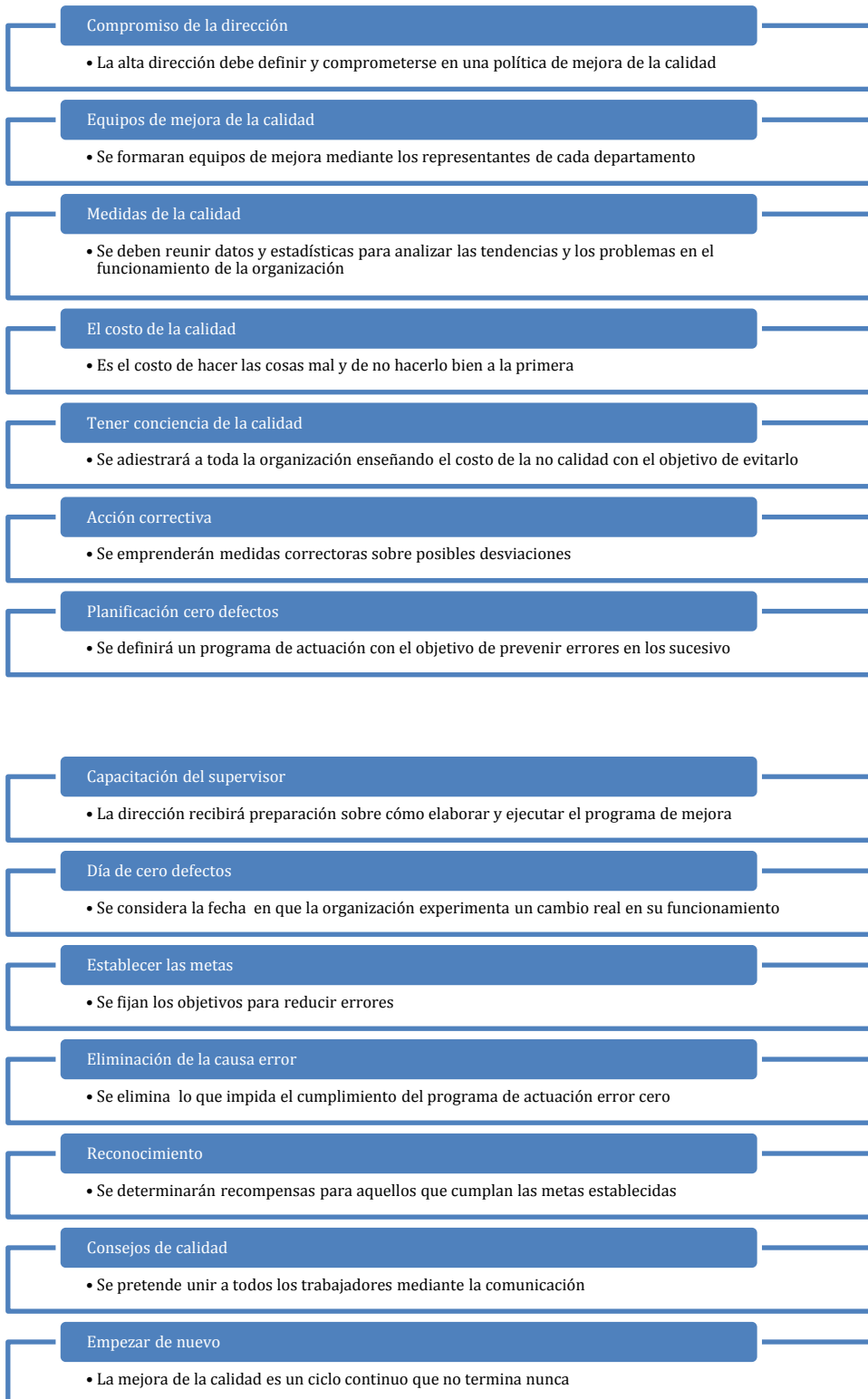


**Figura 10 Elementos claves de mejora**

**Autoría propia**

Para lograr la mejora continua se requiere un plan global para lograr cero defectos utilizando las técnicas Lean ya expuestas anteriormente en cada uno de los elementos expuestos en la figura 17. En el texto "Philip Crosby" Crosby hace hincapié en cuanto a que si se exige perfección ésta puede lograrse, pero para hacerlo la alta gerencia tiene que motivar a sus trabajadores. De esta forma planteaba la importancia de las relaciones humanas en el trabajo.

Crosby propuso un programa de 14 pasos tendiente a lograr la meta de "cero defectos" empleando la planeación, implementación y operación de un programa exitoso en el mejoramiento de la calidad. Los 14 pasos se exponen en la figura 18 (Alvarado & Rivas, 2006).



**Gráfico 4. 14 pasos para alcanzar cero defectos**



**Tomado de: Philip Crosby. (Alvarado & Rivas, 2006)**

### **10.11 Seis Sigma**

Seis sigma es una transformación cultural, basado en el liderazgo comprometido de la alta dirección, y se enfoca en la implantación de procesos de mejora con el objeto de reducir la variabilidad de los procesos y productos o servicios y los defectos asociados, hasta un valor objetivo de excelencia (Vargas Bonilla).

El objetivo de esta técnica es reducir la variabilidad de los procesos y eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. Tener un proceso 6 sigmas significa tener un rendimiento del 99,9996% y un máximo de 3,4 defectos entre un millón de oportunidades (DPMO). La equivalencia del nivel de sigmas de un proceso se muestra en la tabla.

<b>Sigma</b>	<b>DPMO</b>	<b>Rendimiento</b>
6	3.4	99.99966%
5	233	99.977%
4	6210	99.38%
3	66807	93.3%
2	308538	69.1%
1	691462	30.9%

**Tabla 17 Equivalencia del nivel de Seis Sigma**

**Tomado de: (Vargas Bonilla)**

La técnica de calidad Seis sigma es una metodología de mejora de procesos o productos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos por medio de técnicas estadísticas, esta metodología afronta el análisis de las causas para evitar su repetición.

Una de las metodologías aplicadas a esta técnica es la llamada DMAIC (Definir, medir, analizar, mejorar, controlar). Esta metodología se debe aplicar a procesos ya existentes dentro de la organización. A continuación se explica cada etapa (Vargas Bonilla):

**DEFINIR:** Clarificar el problema y angostar su alcance para tener un objetivo claro con la ayuda de un grupo multidisciplinario que aporte ideas de mejora y recomendaciones de ejecución.

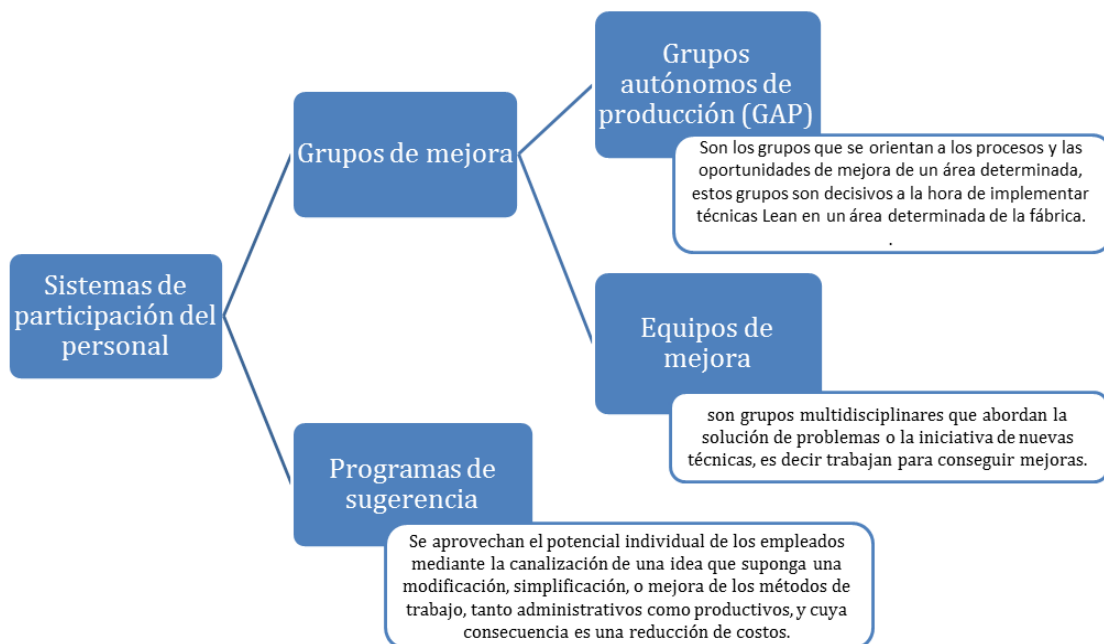
**MEDIR:** Recopilar datos y prepararlos para un análisis de alto nivel, aquí es donde se calcula el sigma del proceso.

**ANALIZAR:** Identificar las fallas del proceso o donde no se puede asegurar el control eficaz para analizar dichos datos por medio de herramientas estadísticas de variación.  
**MEJORAR:** Recomendar, decidir y poner en ejecución las mejoras.

**CONTROLAR:** Crear controles que permitan sostener y ampliar las mejoras de la anterior etapa.

## 10.12 Sistema de Participación de Personal

Los sistemas de participación del personal (SPP) consisten en un conjunto de actividades estructuradas de forma sistemática que permiten canalizar todas las iniciativas que puedan indicar oportunidades de mejora e incrementar la competitividad de las empresas. Los SPP más usados son los grupos de mejora y los programas de sugerencia, los cuales se muestran y explican en la figura (Escuela de organización industrial EOI, 2013).



**Gráfico 5. Sistemas de participación del personal más usados.**

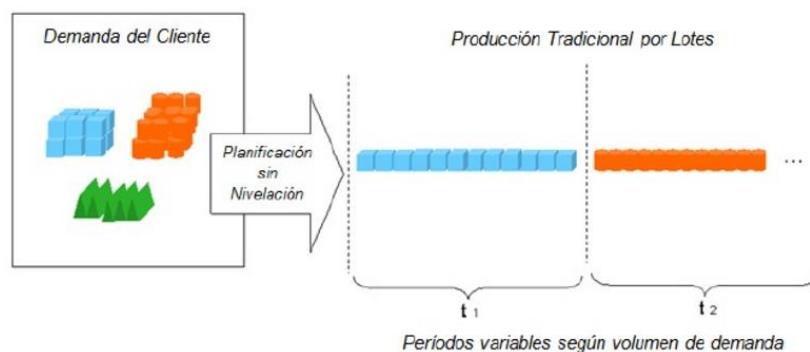
Por último se presentan las implicaciones que tiene la participación del personal en la gestión de la empresa (Gómez, 2009):

- El personal es consciente de la importancia de su trabajo y función en la empresa.

- Identificar las competencias y limitaciones del personal en el desempeño de sus tareas.
- Aceptar las responsabilidades ante los posibles problemas que puedan surgir y aportar las soluciones oportunas.
- Evaluar periódicamente el desempeño del personal de acuerdo a sus objetivos y metas personales.
- Adoptar una posición proactiva para detectar las necesidades de formación y aumentar las competencias, conocimientos y experiencias.
- Poner en común, libremente, conocimientos y experiencia.
- Permitir la discusión sin tapujos sobre los problemas y temas de interés relacionados con la gestión de la organización.

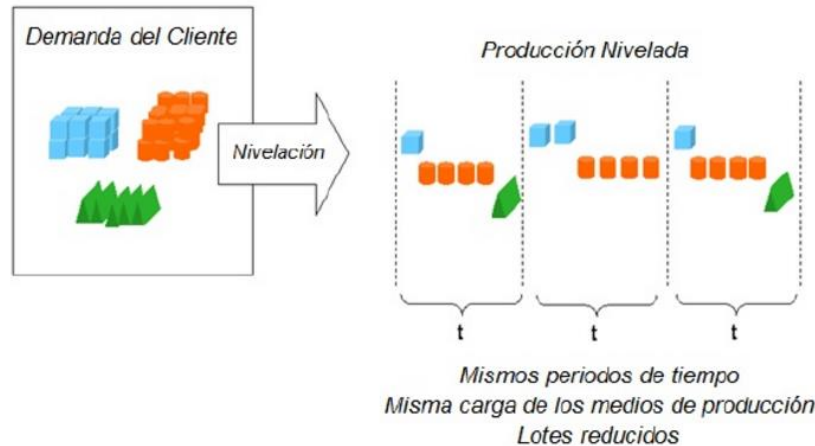
### 10.13 HEIJUNKA

Heijunka es una técnica que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un periodo de tiempo (Escuela de organización industrial EOI, 2013). Heijunka no varía la producción según la demanda del cliente sino que se basa en ella para ajustar los volúmenes y secuencias de los productos a fabricar y conseguir una producción que evite los despilfarros exigiendo una estricta atención a los principios de estandarización y estabilización (Narváez Rangel, 2012). En la figura 20 y 21 se explica un poco más el alcance de esta técnica.



**Gráfico 6. Producción tradicional**

**Tomado de: Heijunka Herramientas de clase mundial (Narváez Rangel, 2012).**



**Gráfico 7. Producción nivelada (Heijunka)**

**Tomado de: Heijunka Herramientas de clase mundial (Narváez Rangel, 2012).**

Para la aplicación de Heijunka existen una serie de técnicas que logra la optimización de mano de obra, minimización de inventarios y tiempos de respuesta al cliente. Estas técnicas son (Escuela de organización industrial EOI, 2013):

- Usar células de trabajo: es la creación de un Layout del flujo de la planta orientado al producto. En esta distribución las estaciones se ubican una al lado de la otra siguiendo las fases del proceso productivo. El diseño que cumple mejor las características descritas es “célula flexible” que adopta la forma física de “U”.
- Flujo continuo pieza a pieza: es el flujo continuo de la información, los materiales y los operarios, asegurando que una operación “aguas arriba” nunca hace más de lo que requiere una operación “aguas abajo”, de manera que nunca se produce más de lo que solicita un cliente.
- Producir respecto al Takt time (tiempo de ritmo): El takt, “compás” en idioma alemán, se emplea para sincronizar el tiempo de producción con el de ventas, convirtiéndose en un número de referencia que da una sensación del ritmo al que hay que producir.
- Nivelar el mix y el volumen de producción.

#### 10.14 KANBAN

Es un sistema de control sincronizado basado en tarjetas que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y éstos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de

la fábrica y, a su vez, con la línea de montaje final (Escuela de organización industrial EOI, 2013).

Las tarjetas se adjuntan a contenedores y estas deben tener información que debe satisfacer tanto las necesidades de manufactura como las de proveedor de material. La información que dichas etiquetas deben contener es la siguiente (Dynarax Systems):

1. Numero de parte del componente y su descripción
2. Nombre/Numero del producto
3. Cantidad requerida
4. Tipo de manejo de material requerido
5. Donde debe ser almacenado cuando sea terminado
6. Punto de re-orden
7. Secuencia de ensamble/producción del producto

En conclusión, cada una de las técnicas descritas anteriormente cuenta con una fase de estandarización que logra un buen hábito dentro de la organización y la necesidad de una nueva cultura que conlleva a la mejora continua, que con el tiempo y la debida aplicación estandarizada de las técnicas la organización alcanza una filosofía de trabajo única y diferenciadora.

## 11 Bibliografía

Rosas D., J. (s.f.). *Portal de la seguridad, la prevención y la salud ocupacional de Chile*. Obtenido de Las 5'S herramientas básicas de mejora de la calidad de vida.

Escuela de organización industrial EOI. (2013). *Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación*. España.

Espin Carbonell, F. (2013). Técnica SMED. Reducción del tiempo de preparación. *3 Ciencias* .

Fondo PYME. (s.f.). *Instituto nacional del emprendedor*. Obtenido de Secretaría de Economía .

Sánchez Perez , D. A., & Lozada Arias , J. A. (2013). *Estructuración del mantenimiento productivo total (TPM) como herramienta de mejoramiento continuo* . Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Garcia Garrido, S. (s.f.). *Mantenimiento Petroquímica*. Obtenido de Mantenimiento en refinerías y en la industria petroquímica .

Arrieta Posada, J. G. (2000). Control visual de plantay 5S, herramientas de mejoramiento continuo. *Universidad EAFIT* .

Azarang Esfandiari, M. R. *Jidoka Automatización con la inteligencia "humana"*. Monterrey: Tecnológico de Monterrey.

Rajadell Carreras, M., & Garriga Garzon, F. (2003). Aplicación de la Matriz de Autocalidad en un proceso productivo. *V Congreso de Ingeniería de Organización* .

Garcia P., M., Quispe A., C., & Ráez G., L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos . *Notas científicas* , 89 - 94.

Alvarado, B., & Rivas, G. (2006). *Philip Crosby*. Caracas: Universidad central de Venezuela.

Vargas Bonilla, J. A. *SIX SIGMA Una estrategia empresarial que está revolucionando al mundo* . Fundación Universitaria Konrad Lorenz.

Gómez, I. (2009). *Participación del personal. Principios ISO 9001*. Madrid: Calidad y gestión empresarial .

Narváez Rangel, E. A. (2012). *HEIJUNKA Herramientas de clase mundial* . Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Dynarax Systems. *introducción al sistema Kanban*. Barcelona.

Womack J.P, J. (1990). *The Machine that changed the world*. New York.

Vujica Herzog, N., & Tonchia, S. (2014). An Instrument for Measuring the Degree of Lean Implementation in Manufacturing. *Journal of Mechanical Engineering* .

Cabrera Calva, R. C. (s.f.). VSM Value Stream Mapping: Análisis de Cadena de Valor. *TPS: Mapeo del flujo de Información y Materiales* .

Cabrera Calva, R. (s.f.). VSM. Value Stream Mapping. Análisis de la Cadena de Valor.