



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN  
INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**EL PENSAMIENTO ESBELTO EN  
LA CONSTRUCCIÓN**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA**

ING. CIVIL- GESTIÓN ADMINISTRATIVA  
DE LA COSNTRUCCIÓN

P R E S E N T A:

**ING. ISAÍ GONZÁLEZ MEDINA**

TUTOR:

**DR. JESÚS HUGO MEZA PUESTO**

2007





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: M.I. FERNANDO FAVELA LOZOYA

Secretario: M.I. SALVADOR DÍAZ DÍAZ

Vocal: D.R. JESÚS HUGO MEZA PUESTO

1er. Suplente: ING. ERNESTO RENE MENDOZA SÁNCHEZ

2do. Suplente: ING. CARLOS M. CHAVARRI MALDONADO

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

Culiacán Sinaloa, México.

**TUTOR DE TESIS:**

D.R. JESÚS HUGO MEZA PUESTO

---

**FIRMA**

Con todo cariño para mi prometida que es mi inspiración y para mis papas que siempre me apoyaron.

# ÍNDICE

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>I</b>
<b><i>CAPÍTULO 1 EL PENSAMIENTO ESBELTO</i></b>	
<b>1.1 PENSAMIENTO ESBELTO</b>	<b>1</b>
1.1.1. Origen del Pensamiento Esbelto	1
1.1.2. Bases del Pensamiento Esbelto	2
<b>1.2. LA PRODUCCIÓN ESBELTA</b>	<b>2</b>
1.2.1. Origen de La Producción Esbelta	2
1.2.2. Elementos de La Producción Esbelta	4
1.2.2.1 Desperdicio o Muda	5
1.2.2.2 Valor	9
1.2.2.3 Cadena De Valor	10
1.2.2.4 Sistema de Producción "jalar"	11
1.2.2.5 Perfección y transparencia del proceso	11
1.2.2.6 Modelo de conversiones y flujos	12
<b>1.3. MANUFACTURA ESBELTA</b>	<b>12</b>
1.3.1 Concepto de la Manufactura Esbelta	12
1.3.2 Origenes de la Manufactura Esbelta	13
1.3.3 Objetivos de la Manufactura Esbelta	18
1.3.4 Beneficios de la Manufactura Esbelta	18
1.3.5 Herramientas de Manufactura Esbelta	20
<b><i>CAPÍTULO 2 CONSTRUCCIÓN SIN PERDIDAS</i></b>	
<b>2.1 PRODUCCIÓN AJUSTADA EN LA CONSTRUCCIÓN</b>	<b>36</b>
2.1.1 Productos de naturaleza única	37
2.1.2 Producción en el sitio	37
2.1.3 Multiorganización temporal	38
2.1.4 Intervención de las autoridades regulatorias	38
2.1.5 Manufactura en posición fija	38
2.1.6 Arraigo al lugar	39
<b>2.2 HERRAMIENTAS QUE SE APLICAN EN LA CONSTRUCCIÓN SIN PERDIDAS</b>	<b>39</b>
2.2.1 Justo a Tiempo	39
2.2.2 Administración de la Calidad Total	40
2.2.3 Reingeniería	41
2.2.4 Administración Basada en el Valor	42
2.2.5 Mantenimiento Total Productivo	43
2.2.6 Competición Basada en el Tiempo	44
2.2.7 Administración Visual	44
2.2.8 Ingeniería Concurrente	45
2.2.9 Integración de los Empleados	45
2.2.10 Kaizen	46
<b><i>CAPÍTULO 3 LOGÍSTICA ESBELTA</i></b>	
<b>3.1 ANTECEDENTES</b>	<b>49</b>
<b>3.2 CONCEPTO DE LOGÍSTICA ESBELTA</b>	<b>50</b>
<b>3.3 ELEMENTOS DE LA LOGÍSTICA ESBELTA</b>	<b>52</b>

3.3.1	Sistemas de Producción	53
3.3.2	Sistemas Internos de Distribución	54
3.3.3	Sistemas de Transporte	54
3.3.4	Relación Proveedor Fabricante	55
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DEL VALOR</b>	
<b>4.1</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	56
<b>4.2</b>	<b>OBJETIVO</b>	56
<b>4.3</b>	<b>VENTAJAS DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE VALOR</b>	57
<b>4.4</b>	<b>PASOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE VALOR</b>	57
4.4.1	Compromiso con Lean	58
4.4.2	Escoger el flujo de valor a analizar	58
4.4.3	Aprender a cerca de "Lean"	59
4.4.4	Mapear el estado actual	59
4.4.5	Identificar métricas Lean	59
4.4.6	Mapear el estado futuro	60
4.4.7	Crear planes Kaizen	60
4.4.8	Implementar planes Kaizen	60
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE VALOR Y LOGÍSTICA ESBELTA EN LA CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>5.1</b>	<b>OBJETIVO</b>	61
<b>5.2</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	61
5.2.1	Identificar Actividades o Materiales Críticos	63
5.2.2	Analizar la Ruta del Material	64
5.2.3	Mapear el Estado Actual	64
5.2.4	Identificar Pérdidas en los Procesos	67
5.2.5	Crear e Implementar Acciones de Mejoras	67
5.2.6	Mapear el Estado Futuro	67
<b>CAPÍTULO 6</b>	<b>APLICACIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE VALOR Y LOGÍSTICA ESBELTA EN EL PROCESO DE SUMINISTRO DE MATERIALES EN LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS EN SERIE</b>	
<b>6.1</b>	<b>OBJETIVO</b>	69
<b>6.2</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	69
<b>6.3</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	70
6.3.1	Identificación de Materiales Críticos	70
6.3.2	Mapeo del Estado Actual	71
6.3.3	Identificar Pérdidas en los Procesos	80
6.3.4	Crear e Implementar Acciones de Mejora	82
6.3.5	Mapear el Estado Futuro	84
<b>6.4</b>	<b>RESULTADOS</b>	93
<b>CAPÍTULO 7</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	95
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>		97

---

---

## ***INTRODUCCIÓN***

---

---

Actualmente en la industria de la construcción, los problemas más frecuentes se derivan de la baja productividad de la mano de obra, las bajas condiciones de seguridad y la deficiente calidad de las obras realizadas.

Uno de los problemas más grandes en los proyectos de construcción es en cuanto a la pérdida de materiales en los procesos por desperdicios, así como la baja producción de la mano de obra, los retrabajos y los tiempos de espera de los mismos.

Se tiene que los factores que mas influyen en las pérdidas o desperdicios en proyectos de construcción se centran en la mala administración de los materiales, el uso excesivo de los mismos en el sitio de la obra, el tiempo utilizado en actividades que no generan valor al proyecto y la falta de seguridad.

Puesto que en la mayoría de los Proyectos de Construcción se presta atención principalmente al control del desarrollo de los proyectos y su flujo financiero, no se considera el flujo de materiales y la distribución adecuada de la mano de obra a lo largo de las etapas de las obras, lo que provoca un incremento de las actividades

que no generan valor al proceso y cierta disparidad entre el presupuesto planeado con el presupuesto real.

El desperdicio de insumos se lleva a cabo durante todas las etapas del proceso constructivo y claro afecta más a aquellas etapas que requieren de una mayor cantidad de tiempo para su ejecución, y un porcentaje mayor de cantidad de obra en relación a otras actividades.

## **JUSTIFICACIÓN**

Mediante la presente investigación se mantendrá un mejor control administrativo y técnico dentro de la empresa, llevando a cabo una mejor ejecución de los planes, lo cual permitirá minimizar, erradicar o aprovechar los desperdicios generados en las obras, dichas medidas servirán para aumentar o mantener la utilidad (tan atacada últimamente) directamente, creándose así un mejor panorama financiero para la empresa constructora, ya que podrá invertir lo que se genere en el desarrollo de la misma.

El uso de conceptos de Construcción sin Pérdidas es una buena herramienta para la solución de problemas relacionados con la baja productividad en el proceso de construcción de un proyecto

Ante la problemática antes mencionada, se pretende elaborar una metodología que mejore la cadena de valor de proyectos de construcción, enfocándonos hacia el correcto flujo de materiales, tomando como base los conceptos de Logística Esbelta y Administración de la Cadena de Valor, con el fin de disminuir los desperdicios y las pérdidas y poder lograr proyectos exitosos.

Con esta metodología se logrará la optimización de los recursos, evitar los retrabajos, aumentar la calidad de los proyectos, así como también contribuiremos a la generación de nuevas técnicas de producción para alcanzar los objetivos en cantidad y tiempo requeridos.

Otro aspecto muy importante es lograr el máximo beneficio económico de tal manera que la realización de los proyectos sea rentable.

## **OBJETIVO**

Se pretende crear una metodología que mejore tanto la eficiencia de la mano de obra como la utilización de los materiales, tomando como base los principios de Construcción sin Pérdidas, para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos en los procesos, lo que originará un incremento en los beneficios económicos de la empresa.

## **HIPOTESIS**

Se han encontrado muchas deficiencias en los procesos constructivos tradicionales en la Industria de la Construcción, una forma de mejorarlas es a través de la aplicación de nuevas técnicas de producción que sean adaptables a nuestros procesos. La construcción sin Pérdidas es un concepto que nos brindará soluciones para muchos de los problemas que se enfrenta la construcción tradicional.

## **METODOLOGÍA**

- Recopilación de información relacionada con el tema.

- Historia y desarrollo de la Construcción sin Pérdidas y las disciplinas relacionadas.
- Propuesta de solución al problema basado en la información recabada.
- Implantación del modelo en una empresa de la localidad.
- Recomendaciones al lector basado en los resultados obtenidos en la implementación.

# 1

---

## ***EL PENSAMIENTO ESBELTO***

---

### **1.1 PENSAMIENTO ESBELTO**

El pensamiento esbelto es una filosofía japonesa la cual permitirá maximizar el valor de los productos, minimizar los desperdicios y optimizar los recursos, dentro de un proceso productivo.

El objetivo principal del presente capítulo es dar a conocer al lector, los orígenes y bases de dicho pensamiento, la manera como surgió y cómo se fue perfeccionando y desarrollando, además muestra todas las herramientas utilizadas en la Manufactura Esbelta de las cuales seleccionaremos unas que puedan ser utilizadas en la industria de la construcción para la aplicación de la metodología propuesta en capítulos subsecuentes.

#### **1.1.1 Origen del Pensamiento Esbelto**

El pensamiento esbelto surgió en las operaciones de manufactura de Toyota (*Toyota Production System*), y de ahí se dispersó a lo largo de toda su cadena de proveedores. Womack, Jones y Ross amasaron el término pensamiento esbelto como lo conocemos hoy en día.

Algunos de los beneficios que se han identificado después de la aplicación de los principios de pensamiento esbelto son (Womack, 1996):

1. Liberar hasta 50% de espacio en inventario.

2. Aumentar la productividad de 15% a 25% anual.
3. Disminuir tiempos de entrega de semanas a días.
4. Mejorar la calidad de los productos.

### **1.1.2 Bases Del Pensamiento Esbelto**

Para comenzar a entender el pensamiento esbelto debemos estar consientes de algunos hechos importantes que están directamente ligados a esta filosofía como el hecho de que solo una pequeña parte del tiempo, esfuerzo y recursos de una organización añaden un valor real para el cliente al producto.

Todas aquellas acciones que no añaden valor para el cliente final son serios candidatos a ser eliminados del proceso de producción. En las organizaciones hay actividades que no añaden valor pero son necesarias, hay actividades que sí añaden valor y aquellas que no añaden valor y es necesario eliminar.

El objetivo del pensamiento esbelto es eliminar las actividades del sistema de producción que no añaden valor al producto para el cliente.

Womack (2003) define cinco principios base del pensamiento esbelto, estos son:

1. Definir valor desde el punto de vista del consumidor.
2. Identificar el flujo de valor o la cadena de valor.
3. Flujo Continuo.
4. Sistema de producción “jalar”(pull)
5. Perseguir la perfección.

## **1.2 LA PRODUCCIÓN ESBELTA**

### **1.2.1 Origen de la Producción Esbelta**

El término Producción Esbelta tiene sus orígenes en la industria automotriz en los años 50`s, una vez que el Ingeniero Eiji Toyoda realizó un recorrido por la

planta de producción Ford Rouge, en Detroit, dado un decremento de las ventas en la compañía que su familia había fundado en los años 30's Toyota Motor Company. Al término de la Segunda Guerra Mundial el mercado de la industria automotriz impactó considerablemente a la compañía Toyota lo que llevó a reducir su fuerza de trabajo.

Los problemas a los que se enfrentaba la industria automotriz en Japón eran los siguientes:

- El mercado local era muy pequeño y la demanda de una gran variedad de vehículos.
- Las consecuencias de la guerra se vieron reflejadas en la economía japonesa ya que se encontraba con poco capital y sin entradas de divisas lo que imposibilitaba tener negociaciones para adquirir tecnología del occidente.
- La existencia de muchas compañías dedicadas a la industria automotriz que se interesaban por entrar al mercado japonés así como de defender su mercado propio de las exportaciones japonesas.

Ya estando en Japón Eiji Toyoda trabajó con Taichi Ohno, considerado como el genio de la producción, se enfocaron a estudiar el sistema de producción de la planta de Rouge, se dieron cuenta de que era difícil implementarlo pero lo usaron como punto de partida para desarrollar un sistema de producción propio lo que posteriormente se conocería como el Sistema de Producción Toyota y hoy en día se conoce como Sistema de Producción Esbelta (Lean Production).

La Producción Esbelta es una filosofía cuyo enfoque principal es eliminar desperdicios y actividades que no agregan valor en un sistema de producción, con el fin de optimizar recursos materiales, humanos, maquinaria y equipo, así como reducir los tiempos de operación y el espacio.

La filosofía principal de la Producción Esbelta se enfoca en identificar dos aspectos fundamentales en un sistema de producción, actividades de conversión y actividades de flujos, donde las actividades de conversión son las que agregan valor a la materia que será convertida en producto, y las actividades de flujo, que son las que no generan valor, pero son la liga entre las actividades de conversión. El objetivo principal es reducir o eliminar las actividades de flujos con el fin de hacer más eficientes las actividades de conversión. (Koskela, 1993)

Un ejemplo en la Construcción sería: En el proceso de colado de losa de entrepiso, las actividades de conversión serían el cimbrado, el armado de la losa, el proceso de colado, el curado, etc., (actividades que agregan valor), las actividades de flujo serían la transportación del concreto, los movimientos de habilitado del acero, espera de habilitado de cimbra, etc. (actividades que pueden ser mejoradas).

En la administración de procesos tradicional se consideran sólo las actividades de conversión, todas son tratadas desde este enfoque, lo que ocasiona que el flujo de los procesos no sea analizado, controlado y mejorado adecuadamente, mientras que la Producción Esbelta clasifica a las actividades en aquellas que generan valor y las que no lo generan. Las primeras se analizan con el fin de eficientar los procesos y se busca que las segundas sean lo más pequeñas posible, o en su defecto sean eliminadas.

### **1.2.2 Elementos de la Producción Esbelta**

Con lo antes mencionado, podemos observar que el material y flujo de información son unidades básicas de análisis en la Producción Esbelta. A continuación se mencionan los elementos en los cuales se basa la Producción Esbelta con el fin de comprender mejor su entorno. (Gasca, 2000)

- Desperdicio
- Valor

- Cadena de valor
- Sistema de producción “jalar”
- Perfección y transparencia del proceso
- Modelo de conversiones y flujos

### **1.2.2.1 Desperdicio o Muda**

Muda es un término japonés que significa desperdicio y encierra el esfuerzo, los materiales y el tiempo consumidos en actividades que no agregan valor a un proceso.

Afortunadamente existe un antídoto para atacar al muda: el Pensamiento Esbelto. El cual provee un camino específico de valor, creando acciones de valor en la mejor secuencia, conduciendo estas actividades sin interrupciones siempre que estas sean requeridas, y realizándolas cada vez de manera más eficiente. El Pensamiento Esbelto proporciona un camino para hacer más y más por menos y menos -esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo, y menos espacio- mientras se acerca poco a poco a proveer lo que los clientes realmente quieren. También proporciona un camino que hace el trabajo sea más satisfactorio proporcionando inmediatamente una retroalimentación con esfuerzos para convertir el desperdicio en valor. Womack (2003)

Se identifican los siguientes siete elementos de un sistema de producción a los cuales se asocian los principales desperdicios:

- Defectos
- Movimiento
- Sobreprocesamiento
- Sobreproducción
- Inventario en Proceso (WIP)

- Transporte
- Espera

- **Defectos**

Errores en el proceso de producción, retrabajos o errores de documentación. Este es desperdicio puro ya que de ninguna manera agrega valor y sí agrega costos de producción por acciones correctivas, añade tiempo al proceso y retrasa todas las operaciones que dependen de la estación que presentó el problema.

Este defecto es común en todas las áreas y/o procesos, en las organizaciones grandes y en las pequeñas. En las organizaciones grandes, muchas veces es enmascarado por otros factores, mientras que en las Pequeñas y medianas empresas pueden ser muy notorios porque afectan la satisfacción del cliente y pueden significar la pérdida de su mercado.

Formas de eliminar los desperdicios por defectos

- Desarrollar el proceso para prevenir defectos, estableciendo controles. para no aceptar productos defectuosos o no conformes.
- Hacer los procesos a prueba de tontos.

- **Movimiento**

Movimientos innecesarios de los trabajadores, generalmente por una mala disposición de los materiales o las herramientas necesarias para realizar el trabajo.

Es considerado innecesario cualquier movimiento realizado por el operador que no agrega valor al producto. Este es uno de los desperdicios más comunes en las empresas y generalmente son vistos como parte inherente del proceso.

Forma de reducir los desperdicios por Movimiento:

- Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar

Ejemplos en la construcción:

Al momento de descimbrar una columna, existen ciertos movimientos los cuales pueden agilizar el proceso, generalmente dichos movimientos son obtenidas con la experiencia.

Otro ejemplo es en el proceso de enjarres, la mala disposición de los materiales genera pérdidas de tiempo al momento de colocarlo.

- **Sobreprocesamiento**

Procesos innecesarios que son resultado de errores en etapas anteriores del proceso o por falta de análisis de las operaciones.

Estos generalmente aparecen en forma de acciones en cada paso del proceso que no agregan valor al producto, son resultado de tecnología obsoleta o procesos mal diseñados.

Ejemplo:

Por ejemplo en una casa que se encuentra en el proceso de pintura y debido a un hueco dejado en el proceso anterior ( enjarre), se tiene que rellenar el hueco, teniendo como resultado atrasos indeseables.

- **Sobreproducción**

Producir más de lo que la demanda dicta, o producirlo antes de que sea requerido con el fin directo o indirecto de almacenarlo. Es el resultado de producir basados en especulaciones.

En ocasiones esta práctica es utilizada en las empresas por el falso sentido de seguridad que les brinda a los encargados de la producción, quienes comienzan a producir de más en caso de que algún problema se presente, el problema es que rara vez las piezas producidas de más

ayudan a solucionar problemas y por el contrario representan inventario que al no ser utilizado genera costos innecesarios.

Forma de eliminar la Sobreproducción

- Reducir los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo sólo lo necesario

- **Inventario en proceso (WIP)**

Material acumulado entre estaciones de trabajo debido a lotes muy grandes o ciclos de proceso largos.

Inventario es toda la materia prima ya sea en su estado original, en proceso o en producto terminado, este tipo de desperdicio radica en que la materia prima en cualquiera de estos estados no agrega valor al producto, por el contrario agrega costos de operación y reduce el espacio en planta.

Forma de reducir desperdicios por Inventarios

- Acortar los tiempos de preparación y de respuesta y sincronizarlos para poder trabajar con inventarios más pequeños

- **Transporte**

Movimiento de materiales en proceso debido a un *layout* pobre.

Esta actividad generalmente no agrega valor al producto por lo que es necesario reducirla al máximo, es imposible eliminarla pero se puede reducir el impacto en los costos mediante la planeación de la localización geográfica de las plantas o el logro de acuerdos con los clientes finales.

Forma de eliminar el desperdicio por Transporte

- Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo / transporte

- Racionalizar aquellos que no se pueden eliminar

- **Espera**

La espera ya sea por falta de material, información o fallas en etapas anteriores debe ser eliminada del proceso.

Este tipo de desperdicio es fácil de detectar se manifiesta cuando las manos del operador están ociosas debido a la falta de balanceo de las líneas o por falta de material o información para trabajar.

La Producción Esbelta busca detectar los desperdicios en el sistema de producción, determinar sus causas y eliminarlos.

Forma de eliminar la Espera

- Sincronizar flujos
- Balancear cargas de trabajo
- Trabajador flexible

### **1.2.2.2 Valor**

El valor es creado por el productor, y es todo aquello que el consumidor aprecia de un producto, así pues entre más valor tenga un determinado producto más deseable será este para los consumidores.

Es necesario identificar qué crea y qué no crea valor desde la perspectiva del cliente y no de las empresas, funciones o departamentos (Womack, 1996).

Para poder tener una visión clara de las actividades que crean y no crean valor dentro de un proceso es de suma importancia identificar el flujo o la cadena de valor (*Value Stream*).

En función del concepto de valor, las actividades que integran un proceso de producción se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Actividades que agregan valor al proceso: Son las actividades de conversión que transforman recursos en productos terminados o en la prestación de un servicio.

- Actividades que no agregan valor al proceso pero son inevitables: Son actividades, generalmente de flujo que dadas las condiciones particulares del proceso no pueden ser eliminadas.
- Actividades que no agregan valor al proceso y pueden ser reducidas o eliminadas: Son actividades de flujo que no agregan valor al proceso y son susceptibles de reducir o eliminar (supervisión, inspección, movimientos innecesarios).

### **1.2.2.3 Cadena De Valor**

Cadena de valor es el conjunto de actividades necesarias para realizar un producto, desde su diseño hasta su entrega al consumidor final según el alcance de las operaciones de la organización.

Identificar la cadena de valor del producto es una de las actividades más importantes ya que posteriormente esto nos permitirá identificar cuales actividades añaden valor y cuales no, y de esta manera podremos aplicar las herramientas de mejora adecuadas.

El mapeo de la cadena de valor mediante diagramas de flujo de proceso permite la identificación de los requerimientos de información y materiales necesarios en cada etapa del proyecto, así como la forma en que se transmite el trabajo ejecutado de una etapa a otra.

### **1.2.2.4 Sistema de producción “jalar”**

Esta filosofía “jala” del sistema los recursos necesarios para la ejecución de una actividad en el tiempo y cantidad requeridos, ubicándolos generalmente en el sitio preciso para su utilización y/o consumo. Esto ocasiona una reducción de costos por manejo y almacenamiento de inventarios (cero inventarios), tal como lo pretende la Producción Ajustada. Para la implementación de este sistema se requiere no producir nada hasta que sea requerido, por lo que se deben conocer a detalle las necesidades del cliente, ofrecer tiempos de respuestas

rápidas y ser flexibles para satisfacer las variaciones en la demanda del mercado.

### **1.2.2.5 Perfección y transparencia del proceso**

El ideal de la eliminación de los desperdicios y satisfacción completa de los clientes representa un reto para cualquier organización. Esto representa la búsqueda continua de la perfección, la filosofía Japonesa para alcanzar este ideal a través de pasos graduales es denominada Kaizen.

La transparencia se traduce en la participación de todos en alcanzar el ideal de la perfección. La única manera de llevar a cabo esto es a través de un proceso transparente para todos y que cada uno de los participantes pueda tomar decisiones para mejorar el mismo. Esta es la base de una administración participativa. Es necesario entender que la eliminación de los desperdicios es una carrera sin fin y que todo es susceptible de mejora.

Como un complemento a los 5 principios definidos por Womack (2003), Jones (1997) presenta una serie de elementos que son claves en el sistema de producción Toyota, los cuales son:

- Incrementar el flujo de órdenes y trabajo eliminando todas las causas de distorsión o variación de la demanda.
- Organizar el trabajo de tal forma que el producto fluya de operación en operación sin interrupciones, mediante mantenimiento preventivo.
- Solo hacer o enviar lo que es requerido (*pull*) por el último eslabón de la cadena de valor, es decir si se quita uno, se produce uno.
- Estandarizar cada tarea mejorada para asegurar desarrollo consistente.

- Minimizar el inventario de seguridad necesario entre operaciones.
  
- Monitorear cada proceso de manera que sea posible detenerlo en el momento que ocurra un error, esto con el fin de evitar que este vaya más adelante en la cadena.
  
- Administrar el progreso y las irregularidades del proceso utilizando sistemas de información confiables y controles visuales cuando sea posible.
  
- Controlar las irregularidades y las actividades que fueron útiles en la eliminación de desperdicios, con el fin de evitar recurrencia y utilizar dichas actividades para remover desperdicios del flujo de valor.

#### **1.2.2.6 Modelo de conversiones y flujos**

El modelo implica una dualidad en los procesos de producción: conversiones y flujos. La eficiencia total del proceso es atribuible tanto a la eficiencia de las actividades de conversión, como a la cantidad y eficiencia de los flujos de material e información a través de los cuales se unen las actividades de conversión. Mientras todas las actividades tienen un costo y consumen tiempo, solo las actividades de conversión agregan valor al material o información que se transforma en producto y/o servicio. Es así como la mejora continua de los flujos se debe enfocar en la reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor y en hacer mas eficientes las actividades de conversión.

### **1.3 MANUFACTURA ESBELTA**

#### **1.3.1 Concepto de la Manufactura Esbelta**

La “Manufactura Esbelta” o “Lean Manufacturing” es un conjunto de herramientas que ayudará a las empresas que las adopten a eliminar todas las

operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere, lo que definitivamente tiene como beneficio una reducción de los costos de operación. Por lo tanto, reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador, podríamos decir es la esencia de la “Manufactura Esbelta”.

De hecho, desperdicio es toda actividad o consumo de recursos inútil porque no aporta ningún valor al producto o al servicio porque el mismo no ve aumentado su valor, o sea no sirve para la finalidad del proceso, al contrario aumenta los costos del producto o servicio, por lo tanto es mejor eliminarlo. Para implementar la “Manufactura Esbelta”, las técnicas solas no son suficientes, las empresas que realmente deseen ser ágiles deben desarrollar un Pensamiento Esbelto en todo su personal.

De hecho, la parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta es la que respecta al personal, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar, algo que por naturaleza causa desconfianza y temor. Lo que descubrieron los japoneses es, que más que implementar técnicas, se trata de desarrollar un buen régimen de relaciones humanas.

En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y creatividad del trabajador, a quien se le contrata como si fuera una máquina. Es muy común que, cuando un empleado de los niveles bajos del organigrama se presenta con una idea o propuesta, se le critique e incluso se le calla. A veces los directores no comprenden que, cada vez que le ‘apagan el foquito’ a un trabajador, están desperdiciando dinero. El concepto de “Manufactura Esbelta” implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo. La palabra líder es la clave.

### **1.3.2 Orígenes de la Manufactura Esbelta**

La Manufactura Esbelta se basa en los principios del pensamiento esbelto, es una filosofía que integra un conjunto de métodos y herramientas enfocadas a

mejorar los procesos u operaciones, mediante la eliminación sistemática del desperdicio o muda, es decir todas aquellas actividades que agregan tiempo y costos sin agregar un valor al proceso (Womack, 1996).

La “Manufactura Esbelta” nació en Japón y fue concebida por los grandes gurus del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos, de hecho se le conoce como “Toyota Production System” Sistema de Producción Toyota. La industria automotriz americana, en vista de la gran amenaza que eran los automóviles japoneses, tuvo que adoptar este sistema a fin de mantenerse competitiva, de ahí la necesidad de cambiarle el nombre a “Lean Manufacturing” o sea... “Manufactura Esbelta”. Hoy, 100% de estas plantas operan bajo alguna forma de este sistema ya que es la única alternativa inteligente para permanecer dentro de la actividad. Sin embargo, los orígenes de este sistema o de la “Manufactura Esbelta” se remontan alrededor de 1799, cuando Ely Whitney, el inventor de una máquina para separar automáticamente las semillas de algodón de la fibra “cotton gin”, desarrolló el concepto de las “partes intercambiables” o “estandarización” para producir a gran escala, con el cual abarató enormemente el costo de la producción de las armas de fuego, lo que le permitió ganar un contrato de 10, 000 fusiles para el ejercito de U.S. a un precio increíble para la época. Durante los siguientes 100 años, en el marco de la Revolución Industrial, algunas personas se preocuparon por el estudio de los procesos y las máquinas, los operadores y trabajadores en general y los métodos de trabajo utilizados. Entre estas, resaltan F. Taylor con su teoría de la Administración Científica; Frank Gilbreth, quién se enfocó en todos los elementos de un proceso, señalando que se deben eliminar los que no “agregan valor”, y Lillian Gilbreth, quién estudió los factores de motivación de los trabajadores como elementos que afectan los resultados de los procesos. Como vemos, estas personas originaron la idea central de la “Manufactura Esbelta ” de eliminar el desperdicio para producir con mejores resultados. Y en 1910, Henry Ford apareció con el primer modelo estratégico para la función de Manufactura. De hecho, él tomó todos los elementos de un sistema de manufactura (gente, maquinas, herramientas y productos) y los organizó en un

sistema continuo de manufactura para construir el famoso automóvil “Modelo T” (Antonieta Lo Russo Santoro 2007).

Para muchos Henry Ford, es considerado como el primero que aplicó los enfoques de “Justo A Tiempo” y de “Lean Manufacturing”, o Manufactura Esbelta en los sistemas de producción.

Además, fue increíblemente exitoso aplicándolos. De hecho se transformó rápidamente en un hombre rico, que puso a mover el mundo sobre ruedas. El éxito de Ford inspiró a muchos otros a copiar sus métodos. Pero, la mayor parte de ellos no entendieron los principios fundamentales de éstos. Además, cuando el mundo empezó a cambiar, el sistema Ford comenzó a ser difícil de implementarse, ya que la fuerza laboral con la prosperidad de los años 1920 y el nacimiento del sindicato, no estaba dispuesta a trabajar con el compromiso necesario hacia los principios del sistema. La proliferación de modelos y colores de automóviles tampoco fue favorable para la forma de producir de las empresas Ford.

Todo esto, permitió que General Motors desarrollara estrategias para manejar una gran variedad de modelos y grandes producciones, lo que desplazó a Ford en el mercado automotriz alrededor de los años 1930. Aún así, muchos de los conceptos utilizados en el sistema de producción Ford siguieron sonando y fueron también un factor decisivo en la victoria de los países Aliados en la segunda Guerra Mundial. Los industriales japoneses después de la derrota estudiaron los métodos de producción americana poniendo especial atención en las prácticas usadas por Ford y el Control Estadístico de los procesos usado por Ishikawa, E. Deming y J. Juran.

En Toyota Motor Company, Taichi Ohno y Shigeo Shingo, empezaron a incorporar en su producción los métodos usados por Ford, así como el Control Estadístico de los procesos y otras técnicas en un enfoque llamado "Toyota Production System" o “Justo A Tiempo”, resaltando el rol del inventario.

La gente de Toyota introdujo modificaciones importantes al sistema Ford original, sobre todo con respecto al trabajador, quién se consideraba que podía contribuir a la empresa más que con sus músculos. De hecho, se promovieron los Círculos de Calidad para incorporarlo de una manera más activa en la gestión empresarial, lo que culminó en el desarrollo de las células de producción y el trabajo en equipo. Así mismo, se establecieron métodos para manejar la producción de modelos variados en contraposición con el sistema Ford que se enfocaba en la producción de un único modelo. Shingo y Ohno desarrollaron el concepto de SMED para reducir notablemente los tiempos de cambio en las líneas de producción, lo que permitió producir pequeños lotes flexibilizando así la producción, lo que no contemplaba el sistema Ford. Todo esto ocurrió entre 1949 y 1975, extendiéndose también a otras empresas japonesas, lo que mejoró la productividad y la calidad del sector industrial en general de una manera evidente aún para el resto del mundo, que se vio conquistado por los productos japoneses.

Hecho que afectó sobre todo el sector automotriz americano. En este punto, los ejecutivos americanos fueron a Japón para estudiar estas técnicas y poderlas aplicar en sus empresas.

En principio, no tuvieron mucho éxito. De hecho, podemos recordar como las empresas occidentales implantaron el Control Estadístico de sus procesos productivos de una forma mecánica y aislada del resto de las funciones empresariales, lo que definitivamente no aportó mucho a la mejora de la competitividad deseada, porque no se trataba de un sistema de gestión integrado.

Sin embargo, alrededor de los años 1980, algunas empresas americanas tales como General Electric y Kawasaki, fueron exitosas aplicando las técnicas del Sistema de Producción Toyota, que han contribuido tan significativamente al denominado “Milagro Japonés”, originando que los consultores y expertos en la gestión empresarial identificaron el conjunto de tales técnicas aplicadas, como Flujo Continuo de Manufactura, Manufactura de Clase Mundial, Producción sin Inventario entre otros. Esencialmente se trataba del sistema de producción

“Justo A Tiempo”, que gradualmente fue implementándose en otras empresas (Antonieta Lo Russo Santoro 2007).

En sus inicios, fue denominado como “Just In Time” (JIT) ya que buscaba que el valor fluyera hacia el cliente en forma continua, justo cuando el cliente lo requiriera y en la cantidad que él lo requiriera.

Para lograr JIT, Toyota fue desarrollando todo un conjunto de conceptos y herramientas que después compartió con otras empresas, en particular con sus proveedores, a partir de ahí se le empezó a reconocer como *Toyota Production System* (TPS).

La Manufactura Esbelta también es definida como un “sistema para la identificación y eliminación del desperdicio y las actividades que no agregan valor, a través de la mejora continua, con el afán de alcanzar la perfección deseada del cliente” (Peterman, 2001).

En la gráfica que se muestra a continuación se puede observar el desarrollo de las herramientas que conforman la manufactura esbelta (Kaufman, 2001).

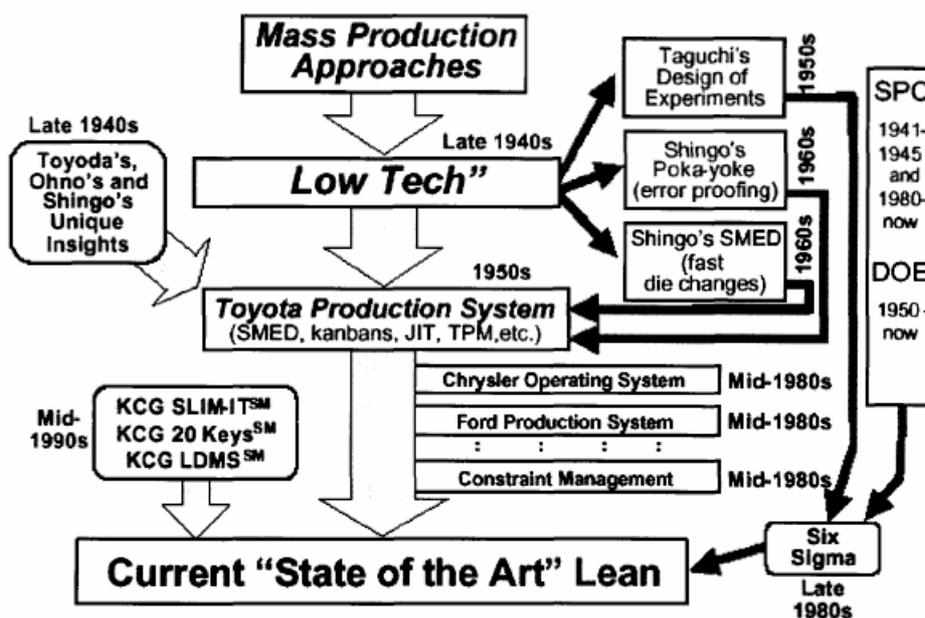


Fig. 1.2 Desarrollo de las Herramientas de Manufactura Esbelta

### 1.3.3 Objetivos de la Manufactura Esbelta

Los principales objetivos de la Manufactura Esbelta es implantar una filosofía de mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

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

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción
- Crea sistemas de producción más robustos
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad
- Estos son los objetivos originales, como vemos enfocados a la función productiva de las empresas, sin embargo nada impide que estos se apliquen a todas las otras funciones o áreas de la empresa para reducir costos, mejorar los procesos y eliminar los despilfarros ocasionados por todas aquellas actividades que utilizan recursos y no agregan valor al producto o servicio, y por lo tanto mejorar su gestión.

Podemos decir que es un sistema basado en la total eliminación del gasto innecesario que se centra en la racionalidad de la forma de hacer las cosas.

### 1.3.4 Beneficios de la Manufactura Esbelta

La implantación de “Lean Manufacturing” beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera son:

- . Hasta 50% en costos de producción
- . Reducción de inventarios (materia prima, producto en proceso y producto terminado) en más de 80% aumentando la calidad de servicio para los clientes
- . Reducción del tiempo de entrega (lead time)
- . Reducción de los tiempos de ciclo de manufactura
- . Mejor Calidad de productos y servicios
- . Disminución de la mano de obra en hasta 50% manteniendo o aumentando la productividad
- . Aumento de la eficiencia en el uso de los equipos e instalaciones de planta hasta 50%
- . Altos rendimientos
- . Mayor flexibilidad del sistema para responder a los cambios
- . Disminución de los desperdicios o despilfarros en más del 80%
- . Un mejor flujo de caja por el aumento de la frecuencia de los despachos y cobros

Estos son los valores típicos reportados por las organizaciones que han implementando la Manufactura Esbelta, sin embargo enfocándose continuamente a la reducción de desperdicios, realmente no hay un tope para los beneficios que se pueden alcanzar.

Un beneficio adicional es digno de mencionarse, como es el bienestar psicológico de los trabajadores, ya que sus necesidades como personas son más satisfechas. De hecho, el trabajo se organiza en forma celular, lo que requiere una mayor y más amplia gama de habilidades, no solo técnicas sino también interpersonales, lográndose así un mayor compromiso de los trabajadores, un mayor sentido de pertenencia y mejores retribuciones económicas. Se refuerza el trabajo en equipo, la comunicación y la supervisión accesible, la coordinación del trabajo más fácil (Antonieta Lo Russo Santoro 2007).

Los trabajadores en ambientes normales de trabajo a menudo solo se sienten motivados por sus remuneraciones, lo que en algunos casos genera un cumplimiento mínimo de los requisitos del trabajo. Ambientes celulares requieren una alta motivación hacia el logro y el trabajo en equipo.

### **1.3.5 Herramientas de Manufactura Esbelta**

La metodología "Lean Manufacturing" se implementó en numerosas empresas manufactureras. Los principios de dicha metodología se citan más adelante. Es importante mencionar que no difiere sustancialmente de los métodos y técnicas desarrolladas por Ohno, Shingo y la gente de Toyota. Sin embargo, no en todas las empresas la implementación es exitosa, es de suma importancia que se modifique la manera de pensar de los participantes, se necesita de un buen proceso mental para la planificación y aplicación exitosa de la estrategia de implementación de "Lean Manufacturing", es importante no olvidar que cada empresa tiene una combinación única de productos, procesos, gente e historia.

Por lo tanto, si bien los principios pueden ser inmutables, no es así su implementación, lo que depende de cada empresa, siendo por lo tanto un proceso individual en cada caso.

A partir de la corriente de la manufactura esbelta se han desarrollado una serie de herramientas que les permiten a las empresas aplicar los conceptos de la producción ajustada. Algunas de estas han sido originadas en Toyota y otras han sido desarrolladas por algunas organizaciones internacionales (Womack, 1996). Existe un gran número de herramientas, sin embargo, estas deben ser seleccionadas e implantadas de acuerdo a las necesidades de la organización.

Algunas de estas técnicas se describen a continuación.

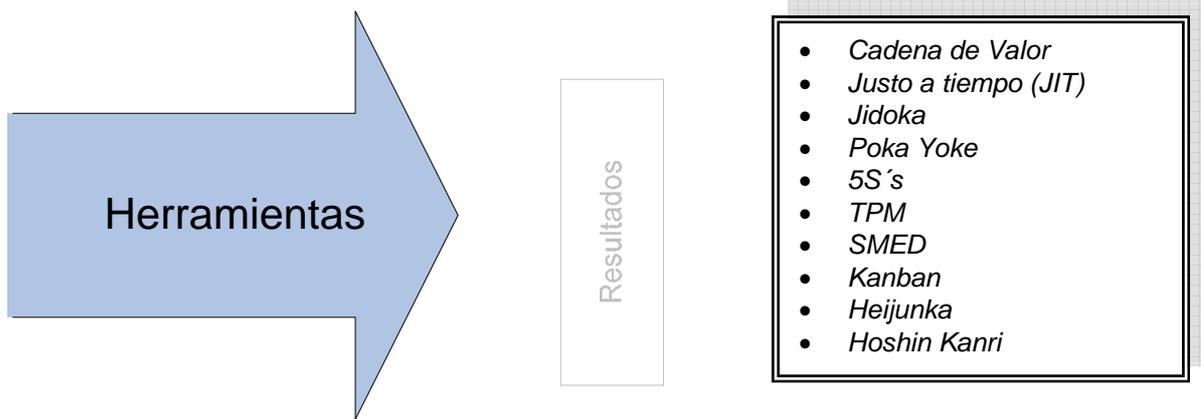


Fig. 1.3 Herramientas de la Manufactura Esbelta

- **Cadena de Valor**

El concepto de Cadena de Valor en Manufactura Esbelta es prácticamente el mismo que se usa en la Producción Esbelta y que fue mencionado en el apartado anterior de este capítulo.

- **JIT**

Justo a tiempo es un sistema de manufactura que produce lo que el cliente desea, en la cantidad establecida y al tiempo que lo necesita, siempre utilizando la menor cantidad de materias primas, equipo, mano de obra y espacio.

Por consiguiente, este mejora el servicio al cliente, reduce los tiempos de producción, incrementa la utilización de materiales críticos y reduce el desperdicio.

EL JIT consiste en la reducción de desperdicio (actividades que no agregan valor) es decir todo lo que implique sub-utilización en un sistema desde compras hasta producción. La idea básica del Just in Time es producir un artículo justo a tiempo para que este sea vendido o

utilizado por la siguiente estación de trabajo en un proceso de manufactura

Los 7 pilares del JIT

1. Igualar la oferta y la demanda para poder obtener un tiempo de entrega cercano a cero.
2. El peor enemigo el desperdicio, esto es cualquier actividad que no agregue valor al producto o servicio.
3. El proceso debe ser continuo no por LOTES, esto significa que se debe producir solo las unidades necesarias en las cantidades necesarias, en el tiempo necesario.
4. Mejora Continua: la búsqueda de la mejora debe ser constante, tenaz y perseverante paso a paso para así lograr las metas propuestas
5. Es primero el ser humano, ya que este es el activo más importante. El JiT considera que el hombre es la persona que esta con los equipos entonces son claves en sus decisiones y al igual logran llevar a cabo los objetivos de la empresa.
6. La sobreproduccion = ineficiencia. Aquí existen otros principios como son la calidad total, involucramiento de la gente, organización del lugar de trabajo TPM, SMED, simplificar comunicaciones.
7. No vender el futuro, las metas actuales tienden a ser a corto plazo, hay que reevaluar los sistemas de medición, de desempeño.

- **Jidoka**

La traducción literal de Jidoka es “automatización con un toque humano”. La automatización, como fue denominada por Taichi Ohno de Toyota, no es más que el dar la capacidad a las máquinas de detectar y responder inmediatamente a los problemas de producción.

De esta forma Jidoka busca cumplir simultáneamente con las necesidades de los clientes para lograr la calidad más alta posible y el proceso de manufactura menos costoso.

Cuando en el proceso de producción se instalan sistemas Jidoka se refiere a la verificación de calidad integrada al proceso.

La filosofía Jidoka establece los parámetros óptimos de calidad en el proceso de producción, el sistema Jidoka compara los parámetros del proceso de producción contra los estándares establecidos y hace la comparación, si los parámetros del proceso no corresponden a los estándares preestablecidos el proceso se detiene, alertando que existe una situación inestable en el proceso de producción la cual debe ser corregida, esto con el fin de evitar la producción masiva de partes o productos defectuosos, los procesos Jidoka son sistemas comparativos de lo "ideal" o "estándar" contra los resultados actuales en producción. Existen diferentes tipos de sistemas Jidoka: visión, fuerza, longitud, peso, volumen, etc. depende del producto es el tipo o diseño del sistema Jidoka que se debe implantar, como todo sistema, la información que se alimenta como "ideal" o "estándar" debe ser el punto óptimo de calidad del producto.

Jidoka puede referirse a equipo que se detiene automáticamente bajo las condiciones anormales. Jidoka también se usa cuando un miembro del equipo encuentra un problema en su estación de trabajo. Los miembros del equipo son responsables para corregir el problema - si ellos no pueden, ellos pueden detener la línea -. El objetivo de Jidoka puede resumirse como:

- Calidad asegurando 100% del tiempo
- Averías de equipo previniendo
- Mano de obra usando eficazmente

- **Poka-Yoke**

El término "Poka Yoke" viene de las palabras japonesas "poka" (error inadvertido) y "yoke" (prevenir). Un dispositivo Poka Yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y lo corrija a tiempo. La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos en

un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Los sistemas Poka Yoke implican el llevar a cabo el 100% de inspección, así como, retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren. Este enfoque resuelve los problemas de la vieja creencia que el 100% de la inspección toma mucho tiempo y trabajo, por lo que tiene un costo muy alto.

Un sistema Poka Yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método Poka Yoke en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se este llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, auto-chequeo, o chequeo continuo.

Poka-yoke es una técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo en los años de 1960, que significa "a prueba de errores". La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar. La finalidad de esta técnica es eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Poka-yoke es un procedimiento para procesos a prueba de fallas que utiliza dispositivos o métodos automáticos para evitar el error humano simple. La idea de este procedimiento es evitar tareas o acciones repetitivas que dependen de la supervisión o de la memoria para liberar el tiempo y la mente de los trabajadores a fin de que pueda realizar actividades más creativas o que agreguen valor

Poka-yoke se enfoca a dos aspectos: la predicción, es decir, reconocer que un defecto está a punto de ocurrir, y dar una advertencia o una detección, o reconocer que un defecto acaba de ocurrir y detener el proceso.

- **5S's**

Técnica inicial necesaria para preparar las instalaciones, tanto del área de manufactura como administrativa, para la reducción de desperdicios y la mejora de los procesos y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial, beneficiando así a la empresa y sus empleados (mejores condiciones de trabajo).

Efectivamente, las 5'S se refieren a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta.

Las 5'S son:

- *Seiri*: Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente.
- *Seiton*: Ordenar, hacer un arreglo cuidadoso e identificar las partes y herramientas para que sea fácil su localización y cualquiera pueda encontrarlos y darle uso.
- *Seiso*: Limpieza, implementar una campaña de limpieza. La limpieza desarrolla un buen sentido de propiedad de los trabajadores. Al mismo tiempo comienza a resaltar problemas evidentes que antes eran ocultados por la suciedad y desorden.
- *Seiketsu*: Estandarizar. La limpieza estandarizada se define como el estado que existe cuando los tres primeros pilares (organización, orden y limpieza), se mantienen apropiadamente. Es por esto, que *Seiketsu* no es una actividad, si no, un estado estandarizado o condición.
- *Shitsuke*: Disciplina, formar el habito de siempre seguir las primeras 4S's.

Cuando nuestro entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza, perderemos la eficiencia, y la motivación en el trabajo o en la casa se

reduce, por lo tanto es altamente recomendable la implementación de las 5'S en todas las organizaciones previamente a la implantación de cualquier otro sistema de mejora. Además, entre otras cosas, al tener un sitio de trabajo más limpio, ordenado y sobre todo libre, la empresa puede contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas en stock y en proceso; por otro lado la seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios de la planta y a la utilización de protecciones transparentes especialmente de los sitios de alto riesgo, así como se reducen los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos, que de otra forma son fuentes importantes de “desperdicios”.

Finalmente, podemos decir que con la estandarización se pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3'S y con la disciplina se pretende evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa para auditar el cumplimiento de estándares, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás y mejor calidad de vida laboral.

El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.

- **TPM (Mantenimiento Productivo Total)**

El Mantenimiento Productivo Total es una herramienta que permite maximizar la disponibilidad del equipo y maquinaria productiva de manufactura, evitando fallas inesperadas y los defectos generados, lo cual se logra al mantener actualizada y en condiciones óptimas el equipo. (Nakajama, 1988)

El mantenimiento se lleva a cabo en forma de cooperación activa con el personal de producción. El operador adquiere conocimientos que desde luego lo hacen más valioso en la cadena productiva, y asume responsabilidades que contribuyen a mejorar considerablemente la disponibilidad de su equipo.

El ciclo de vida útil del equipo se extiende y el costo de operación se reduce, lo que beneficia a todos los sectores. El nivel de satisfacción y la moral del personal se elevan y se crea un auténtico sentido de “propiedad” sobre el equipo, el producto y la operación en general de la organización. Los elementos de conocimiento técnico adquiridos por el operador le dan gran satisfacción personal y seguridad en el trabajo.

En conjunto, la implementación tiene tres objetivos que a todos interesan: Hacer la operación más fácil, más segura y más productiva.

Además el TPM tiene tres metas esenciales:

- 1.-Cero Paros por Falla
- 2.- Cero Defectos
- 3.- Cero Accidentes

El método para lograrlo es desarrollando una nueva forma de hacer las cosas, esto es un nuevo estilo gerencial, en el cual se valora la participación del personal.

En el TPM el Mantenimiento Preventivo juega un importante rol, instituyendo prácticas para el cuidado esencial de acuerdo al número de máquinas existentes. Tenemos que tomar muy en cuenta los siguientes detalles para la elaboración del plan de Mantenimiento Preventivo:

- . Limpieza detallada de los equipos y sus componentes.
- . Lubricación de los equipos y sus componentes.
- . Entrenamiento adecuado para la correcta operación de los equipos.
- . Ajustes sobre la marcha.
- . Estándares para el balance de la producción.

- Cambio preventivo de piezas y tiempo involucrado.
- Análisis de causas raíces y acciones necesarias para diseñar el mantenimiento.
- Análisis estadísticos de fallas y paradas de equipos.

La implementación del TPM y en general de la Manufactura Esbelta, aseguran:

- 1.- La permanencia de la empresa en el mercado y por tanto la fuente de trabajo
- 2.- Mayor nivel de capacitación y entrenamiento que hacen a todos los empleados, más valiosos dentro y fuera del ambiente de trabajo
- 3.- Mayor productividad, lo que siempre se traduce en beneficios que se extienden a todos los elementos de la organización y a la comunidad

El TPM es realizado en diferentes etapas: mantenimiento correctivo de fallas sólo en casos muy raros, mantenimiento autónomo realizado por operadores haciendo tareas simples de mantenimiento en sus equipos, mantenimiento preventivo para prevenir desgaste prematuro, mantenimiento predictivo para anticipar fallas mayores en los equipos y mantenimiento proactivo enfocado a actualizar y hacer mejoras en los equipos.

- **SMED**

Es el tiempo de preparación de una máquina para realizar una operación diferente y cumplir con todas las especificaciones y requerimientos del cliente.

El SMED es la disminución de los tiempos de cambio y puesta a punto de las maquinarias y equipos para cambiar de producto o modelo o tamaño. Esto representa una reducción de un importante y común desperdicio.

SMED Significa “Cambio de útiles en minutos de un sólo dígito”, Son teorías y técnicas para realizar las operaciones de cambio de puesta a punto de las maquinas en menos de 10 minutos.

Desde la última pieza buena hasta la primera pieza buena en menos de 10 minutos.

Esta técnica fue desarrollada por Shigeo Shingo, y son parte de las herramientas del J.I.T o del Sistema de Producción Toyota de Producción

El rediseño del proceso de cambio es una tarea fácil de implantar, cuando se aportan los recursos suficientes en formación y apoyo de la dirección para su aplicación en el puesto de trabajo. Esta aportación suele beneficiar la empresa y rompe la idea de que es imposible.

Los beneficios del SMED se traducen en mayor flexibilidad, ya que las empresas pueden satisfacer las demandas cambiantes de sus clientes sin necesidad de mantener grandes inventarios, y se disminuyen los tiempos de entrega al cliente, por lo que la producción en pequeños lotes significa plazos de fabricación más cortos y menos tiempos de espera para los clientes.

- **Kanban**

El Kanban significa “Tarjeta de señal”, la cual permite implantar una forma de administración visual a través de señales diversas tales como cuadros, tarjetas, luces de colores, contenedores de colores, líneas de nivel en paredes, etc., fácilmente observables por los operadores y movedores de materiales en la planta, que al mismo tiempo les indican las acciones por tomar sin consultar un supervisor, con objeto de eliminar las transacciones, papeleo y reducir los inventarios en el proceso.

Son dos las funciones principales de KANBAN: Control de la producción y mejora de los procesos.

Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema JIT en la cual los materiales

llegarán en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas de la fabrica y si es posible incluyendo a los proveedores. La etiqueta KANBAN se debe mover junto con el material, si esto se lleva a cabo correctamente se lograrán los siguientes puntos:

- 1.- Eliminación de la sobreproducción.
- 2.- Prioridad en la producción, el KANBAN con más importancia se pone primero que los demás.
- 3.- Se facilita el control del material.

Por la función de mejora de los procesos se entiende la facilitación de mejora en las diferentes actividades de la empresa mediante el uso de KANBAN, esto se hace mediante técnicas ingenieriles (eliminación de desperdicio, organización del área de trabajo, reducción de puesta a punto de las máquinas, utilización de maquinaria vs. utilización en base a demanda, manejo de multiprocesos, poka-yoke, mecanismos a prueba de error, mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo total, etc.), reducción de los niveles de inventario.

Para implementar KANBAN se pueden considerar las siguientes cuatro fases (Antonieta Lo Russo Santoro 2007):

- Fase 1.- Entrenar a todo el personal en los principios de KANBAN, y los beneficios de usar KANBAN
- Fase 2.- Implementar KANBAN en aquellos componentes con más problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas escondidos. El entrenamiento con el personal continua en la línea de producción.
- Fase 3.- Implementar KANBAN en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto los operadores ya han visto las ventajas de KANBAN, se deben tomar en cuenta todas las opiniones de los operadores ya que ellos son los que mejor conocen el sistema. Es importante informarles cuando se va a estar trabajando en su área.

- Fase 4.- Esta fase consiste de la revisión del sistema KANBAN, los puntos de reorden y los niveles de reorden.

Para que el KANBAN funcione bien hay que cumplir las siguientes reglas:

Regla 1: No se debe mandar producto defectuoso a los procesos o células de trabajo subsecuentes.

La producción de productos defectuosos implica costos tales como la inversión en materiales, equipo y mano de obra que no va a poder ser vendida. Este es el mayor desperdicio de todos.

Si se encuentra un defecto, se deben tomar medidas antes que todo, para prevenir que este no vuelva a ocurrir.

Observaciones para la primera regla:

- El proceso que ha producido un producto defectuoso, debe detectarlo inmediatamente.
- El problema descubierto se debe divulgar a todo el personal implicado, no se debe permitir la recurrencia.

Regla 2: Los procesos subsiguientes requerirán solo lo que es necesario.

Esto significa que el proceso subsiguiente pedirá el material que necesita al proceso anterior, en la cantidad necesaria y en el momento adecuado. Se crea un desperdicio si el proceso anterior sufre de partes y materiales al proceso subsiguiente en el momento que este no los necesita o en una cantidad mayor a la que este necesita. El desperdicio puede ser muy variado, incluyendo desperdicio por el exceso de tiempo extra, desperdicio en el exceso de inventario, y desperdicio en la inversión de nuevas plantas sin saber que la existente cuenta con la capacidad suficiente. El peor desperdicio ocurre cuando los procesos no pueden producir lo que es necesario cuando estos están produciendo lo que no es necesario.

Regla 3.- Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsiguiente.

Esta regla fue hecha con la condición de que el mismo proceso debe restringir su inventario al mínimo, para esto se debe tomar en cuenta solamente producir lo que las tarjetas o etiquetas de Kanban indiquen y en la secuencia en la que estas son recibidas.

Regla 4. - Balancear la producción.

De manera en que podamos producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsecuentes, se hace necesario para todos los procesos mantener los trabajadores y el equipo funcionando de tal manera que puedan producir materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria. Esto es evitar cuellos de botella o capacidades ociosas en la planificación de la producción.

Regla 5.- KANBAN es un medio para evitar especulaciones o proyecciones inadecuadas. De manera que para los trabajadores, la tarjeta KANBAN, se convierte en su fuente de información para producir y transportar lo producido y ya que los trabajadores dependerán de dicha información para llevar a cabo su trabajo, el balance del sistema de producción se convierte en gran importancia.

No se vale especular sobre si el proceso subsiguiente va a necesitar mas material la siguiente vez, tampoco, el proceso subsiguiente puede preguntarle al proceso anterior si podría empezar el siguiente lote un poco mas temprano, ninguno de los dos puede mandar información al otro, solamente la que esta contenida en las tarjetas KANBAN.

Regla 6.- Estabilizar y racionalizar el proceso.

El trabajo defectuoso y los desperdicios existirán si el trabajo no está estandarizado y racionalizado.

La información en la etiqueta KANBAN debe ser tal, que debe satisfacer tanto las necesidades de manufactura como las del proveedor de material. La información necesaria en KANBAN podría ser la siguiente:

1. Número de parte o código del componente o material y su descripción
2. Nombre / Código del producto
3. Cantidad requerida
4. Tipo de manejo de material requerido

5. Donde debe ser almacenado cuando sea terminado
6. Punto de reorden
7. Secuencia de ensamble / producción del producto

Con esta información circulan las tarjetas de kanban, siempre junto con los materiales y productos, a través de los diferentes procesos y/o células de trabajo indicando toda la información necesaria para producir.

Este sistema de producción intenta minimizar los inventarios de trabajos en proceso así como los stocks de productos acabados. Por esta razón, requiere una producción en pequeños lotes, con numerosas entregas y transportes frecuentes.

Finalmente, para completar la descripción de las técnicas es importante mencionar que la función de mantenimiento armonizada con la producción es vital para la implementación efectiva del sistema productivo recién descrito.

- **Heijunka**

Heijunka, o Producción Nivelada es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente. La palabra japonesa Heijunka, significa literalmente "haga llano y nivelado". La demanda del cliente debe cumplirse con la entrega requerida del cliente, pero la demanda del cliente es fluctuante, mientras las fábricas prefieren que ésta esté "nivelada" o estable. Un fabricante necesita nivelar estas demandas de la producción.

La herramienta principal para la producción suavizadora es el cambio frecuente de la mezcla ejemplar para ser corrido en una línea dada. En lugar de ejecutar lotes grandes de un modelo después de otro, se debe producir lotes pequeños de muchos modelos en periodo cortos de tiempo. Esto requiere tiempos de cambio más rápidos, con pequeños lotes de piezas buenas entregadas con mayor frecuencia.

La creación de un "programa nivelado" mediante el orden secuencial de las órdenes en un patrón repetitivo y la "suavización" de las variaciones día a día en las órdenes totales para corresponder a la demanda de largo plazo.

- **Hoshin Kanri**

Una herramienta estratégica para la toma de decisiones que enfoca los recursos en las iniciativas críticas necesarias para realizar los objetivos de negocio de la compañía. Unifica y alinea los recursos y establece indicadores meta claros contra los cuales el progreso de los objetivos clave es medido regularmente.

El pensamiento esbelto utiliza una serie de herramientas, de las cuales identificar la cadena de valor (Value Stream Map) es una de las más importantes. Esta herramienta permite mapear todos los pasos del proceso, (incluyendo el re-trabajo) y ayuda a convertir las necesidades del cliente en productos o servicios entregados, además de indicar cuanto valor le agrega al producto cada etapa del proceso. Cualquier actividad que le de forma, características o funciones de valor a los clientes será una actividad con valor agregado, el resto simplemente no dará ningún valor agregado.

El mapa de la cadena de valor provee un claro entendimiento del proceso actual:

- Se visualiza los niveles de procesos múltiples
- Remarca el desperdicio y sus fuentes

Las técnicas denominadas Justo a Tiempo, Sistema de Producción "Pull", Kanban, y Control Visual realmente son una combinación de diferentes aspectos de la "Manufactura Esbelta" que se enfocan a producir sólo lo necesario, o sea únicamente lo que se ha consumido para satisfacer la demanda de los clientes, reduciendo además los tiempos de transporte y en general cualquier actividad que no agregue

valor. Esto último difiere notablemente del concepto tradicional de producir, conocido como Sistema de Producción “Push”, en el cual se produce para mantener inventarios o según programas de producción basados en proyecciones.

La información obtenida permitirá determinar cuales son las áreas de oportunidad y como se realizará la implementación de Lean.

## **CONCLUSIONES**

El pensamiento esbelto vino a revolucionar la industria de la manufactura a partir de los años 30 y con su implementación se mejoró de manera substancial todo su proceso, con la adopción de métodos y herramientas enfocadas a mejorar los procesos, principalmente dándole valor al producto y eliminando sistemáticamente el desperdicio, es decir todas aquellas actividades que agregan tiempo y costo al proceso, sin agregarle valor.

# 2

---

## **CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS**

---

La industria de la construcción tiene diferencias notables respecto a la manufacturera, en el presente capitulo se indicarán dichas características, así como técnicas y herramientas que ya han sido aplicadas a la industria de la manufactura que pueden ser adecuadas o integradas a la industria la construcción.

### **2.1 PRODUCCIÓN AJUSTADA EN LA CONSTRUCCIÓN**

La producción ajustada ha causado una revolución en la industria de la manufactura, tanto en las etapas de diseño, suministros y ensamble. La aplicación de este sistema de producción en la construcción ayudará a cambiar las formas de realizar los trabajos, mediante la búsqueda de los principios de la producción ajustada tales como la maximización del valor y la eliminación de los desperdicios, así como la aplicación de herramientas específicas para alcanzar las metas propuestas.

A diferencia de los sistemas de producción en manufactura, donde el producto avanza a través de los diferentes procesos, el sistema de producción en la construcción es diferente pues el producto es fijo y los flujos son de recursos humanos y herramientas.

La construcción cubre un amplio espectro de proyectos que van desde los más sencillos, seguros y de bajo costo, hasta proyectos de lo más complejos, con un enorme grado de incertidumbre y costos millonarios. Sin embargo, para poder clasificar a la industria de la construcción, existen cuatro características que la diferencian de las demás: posee proyectos de naturaleza única, la producción se

realiza en el sitio, posee multiorganizaciones temporales y la intervención regulatoria. Sin embargo, algunos otros tipos de producción poseen una o varias de estas características. (Koskela, 1992)

### **2.1.1 Productos de naturaleza única**

La naturaleza única de cada edificio o instalación es originada por las diferentes necesidades o prioridades del cliente, de acuerdo a los diferentes sitios, ambientes y las diferentes ideologías de los diseñadores para brindar soluciones de diseño novedosas. El término naturaleza única, comprende la forma general del edificio o instalación, pero en si, las materias primas son las mismas al igual que las habilidades, desde el punto de vista de contratistas y de oficinas de diseño, existe continuidad y repetición: los proyectos y las tareas similares se repiten. De esta manera se puede recalcar que los problemas asociados con la naturaleza única de los proyectos, afecta solamente a ciertos procesos.

### **2.1.2 Producción en el sitio**

La producción en la construcción es tradicionalmente llevada a cabo en el sitio final del producto construido, frecuentemente en el interior del propio edificio. Existen cuatro procesos mayores de control y mejora con respecto a la producción en el sitio:

- Problemas de variabilidad: Generalmente existe poca protección contra los elementos o la intrusión, propiciando operaciones que representan interrupciones. Las instalaciones de seguridad no pueden ser utilizadas permanentemente en el sitio. Los materiales y la mano de obra local frecuentemente tienen que ser utilizadas añadiendo una potencial incertidumbre. La topografía del terreno y el medio ambiente también pueden propiciar a un incremento en la incertidumbre del proyecto.
- Problemas de complejidad: El flujo de espacio de los equipos de trabajo tiene que ser coordinado, así como la previsión de actividades especiales o la necesidad de mano de obra y equipo que tenga que ser trasladado al sitio de trabajo.
- Problemas de transparencia: El ambiente de trabajo esta en constante cambio, por lo que el proceso de planeación se torna complejo. Debido a este ambiente, los controles visuales son difíciles de implementar, así como es difícil juntar a todos los involucrados en el proceso.

Problema de referencia: La producción en sitio es por naturaleza una producción descentralizada, con sus consecuentes problemas de transferencia de mejoramiento.

### **2.1.3 Multiorganización Temporal**

La organización de un proyecto de construcción es usualmente una organización diseñada temporalmente y conformada especialmente para realizar un proyecto en particular. Está formado por diferentes grupos de trabajadores que pueden o no, formar parte de una misma compañía e incluso no haber trabajado juntos con anterioridad, frecuentemente estas características son producto de políticas administrativas que buscan una ejecución secuencial y la subcontratación de algunas partes del proyecto en busca de un ahorro en costo.

### **2.1.4 Intervención de las autoridades regulatorias**

El diseño final así como algunas fases del proyecto de construcción está sujeto a la supervisión y aprobación de las autoridades regulatorias, mediante el otorgamiento de licencias y permisos, así como la debida ejecución de algunos aspectos que considere importantes.

### **2.1.5 Manufactura en posición fija**

Los productos de manufactura en posición fija son totalmente ensamblados por partes, muchas veces las partes llegan a ser demasiado grandes como para ser transportados a través de estaciones de ensamblaje, por lo que requieren que las estaciones se desplacen.

La construcción fija es una combinación de fabricación y ensamblaje. Los conceptos de industrialización buscan simplificar la construcción en el sitio a un lugar de ensamblaje y prueba con la finalidad de cambiar la mayor cantidad de trabajo posible hacia condiciones de almacén o taller en donde puedan ser realizadas con mayor eficiencia.

Debido a que el proceso de producción en la construcción es esencialmente en el sitio, el ensamble final siempre será llevado a cabo en el lugar, a pesar de que la cantidad de trabajo varíe con la etapa de ejecución y la instalación que esté siendo ensamblada.

### **2.1.6 Arraigo al lugar**

La incertidumbre y la diferenciación están estrechamente relacionadas con el arraigo al lugar. Un ejemplo claro son las condiciones geológicas del terreno, pues pueden variar significativamente de lugar en lugar y frecuentemente son difíciles de determinar con precisión a la hora de llevar a cabo un proyecto. Los diferentes aspectos ambientales, como el clima y las condiciones sísmicas hacen que cada proyecto sea particularizado.

Como la industria de la construcción se enfoca al arraigo al lugar, la relación con los clientes es diferente en comparación con cualquier otro tipo de producción, debido a que el cliente participa con frecuencia en algunas etapas del proyecto, como el diseño, o bien realiza inspecciones periódicas en el sitio de la obra durante su ejecución.

Una vez que se han conocido las características que identifican a la producción de la construcción, podemos darnos cuenta de que aunque tiene algunos aspectos que si están relacionados con otras formas de producción, la influencia que tienen el tipo de producto y las características del sitio en donde se realiza el proyecto, juegan un papel muy importante, sin embargo, no hay que olvidar que el factor humano es fundamental para poder llevar a cabo la producción de la construcción debido a la Multiorganización que se presenta en los proyectos así como las políticas administrativas que la propician.(Ballard and Howell,1998).

## **2.2 HERRAMIENTAS QUE SE APLICAN EN LA CONSTRUCCIÓN SIN PERDIDAS**

En esta sección se hace la descripción de las herramientas que originalmente se usaron en la industria manufacturera y que posteriormente se ajustaron a las condiciones de la industria de la construcción, a continuación se mencionan algunas de ellas:

### ***2.2.1 Justo a Tiempo***

Anteriormente se mencionaron los principios de esta técnica aplicados a la industria de manufactura, en el caso de la construcción opera bajo los mismos conceptos, básicamente se rige por ocho aspectos fundamentales:

- Organización del programa: Crear un plan que involucre a los otros siete componentes en un conjunto donde cada uno representara una faceta de la “esmeralda” de JIT.
- Calidad: Eliminar defectos mediante la identificación y remoción de los defectos existentes, y prevenir los defectos antes de que ocurran.
- Producción Simplificada: Convertir las actividades individuales en aspectos de flujo continuo.
- Flujo orientado al proceso: Convertir los esquemas de funcionamiento orientado en una serie de procesos, basados en las familias de producción o de productos.
- Tecnología avanzada de procuración: Concientizarse de que el proveedor es una extensión de la compañía el objetivo es tratar con proveedores del tipo Justo a Tiempo.
- Métodos de diseño mejorados: Aplicación de técnicas JIT para eliminar las actividades que no agregan valor en el proceso de diseño para realizar procesos tipo manufactura e incrementar la calidad.
- Funciones de soporte reforzadas: Busca eliminar los desperdicios con técnicas de análisis del valor agregado al producto.
- Implicación de empleados: Implementar equipos de trabajo encargados de solucionar problemas que se presenten, acompañado de un comité guía que los ayude a enfocar sus esfuerzos.

### *2.2.2 Administración de la Calidad Total*

Esta filosofía se basa en el compromiso a largo plazo de la organización con la mejora continua de la calidad en sus procesos con el objetivo de cumplir y mejorar las expectativas de sus clientes (Sashkin, 1993).

La administración de la calidad total se basa en dos principios fundamentales:

- Satisfacer las necesidades del cliente.
- Implementar una mejora continua en los procesos de producción.

Es muy importante que se analicen las necesidades de los clientes así como evaluar que tanto se han satisfecho con el fin de aplicar la Calidad Total.

Deming realizó una metodología de administración basada en catorce puntos que se centra en la mejora del sistema, la reducción de la variación para conocer las

necesidades del cliente, y el manejo humano e inteligente de la gente. Los catorce puntos de Deming son elementos de su teoría de administración, la cual promueve a la administración que asuma un papel de liderazgo y sea la responsable de situarla en el lugar de trabajo. (Sashkin, 1993)

### 2.2.3 Reingeniería

Este concepto surgió durante la década de los 80`s en Estados Unidos como resultado de la ineficacia de los sistemas administrativos tradicionales, se define como “La revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez”.

Para implementar los conceptos de Reingeniería en las organizaciones se deben considerar los siguientes aspectos: (Meng Khoong, 1998)

- Toda organización, exitosa o no, requiere de la reingeniería si desea mantenerse competitiva y alcanzar el liderazgo mundial.
- La reingeniería no implica riesgos, por el contrario, se tiene un riesgo muy alto asociado a no implementar reingeniería a la organización.
- La reingeniería debe considerarse como una herramienta estratégica de negocio y no de aplicación exclusiva a procesos operativos del negocio.
- La implementación de la reingeniería en la organización requiere de una visión estratégica del negocio para alcanzar el liderazgo en la industria.
- La reingeniería implica la concepción de la organización con base a procesos los cuales consisten en una serie de actividades que generan y proporcionan valor al cliente.
- La reingeniería requiere de un enfoque de sistemas para su implementación.
- Requiere creatividad para generar ideas radicales que mejoren el desempeño de la organización.
- Es necesaria una preparación de la organización y del personal para la exitosa implementación(resistencia al cambio, inestabilidad, etc.).
- Es un proceso a futuro mas que la solución de practicas del pasado.

La reingeniería se centra en mejorar una organización de servicio en todas sus dimensiones, tal como se muestra en la figura:

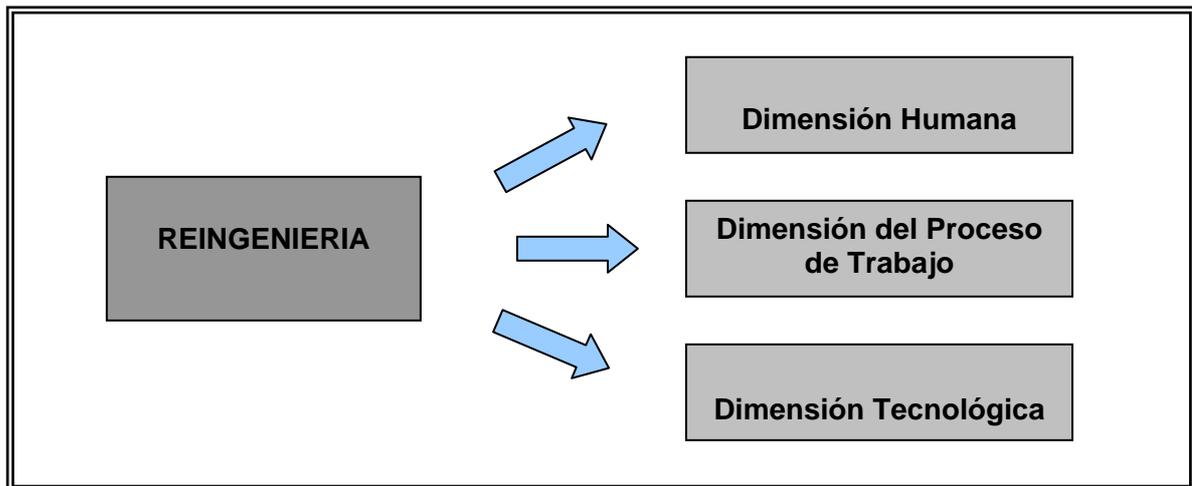


Fig. 2.1 Enfoque de la Reingeniería

#### 2.2.4 Administración Basada en el Valor

La administración basada en el valor es un sistema de control administrativo el cual mide, alienta y soporta la creación de una red de trabajo. Es también una nueva manera de administrar, enfocándose en la creación de valor real más que beneficios en papel. El valor real es creado cuando una compañía dispone de retornos que compensan de una nueva manera total a los inversionistas por los costos totales involucrados en la inversión, más una prima que compensa los riesgos adicionales incurridos. (Ameels, 2002)

Existen diferentes técnicas para medir una red de trabajo, las que más se utilizan en la Administración Basada en el Valor, son las siguientes:

- Flujo de dinero descontado (Discounted Cash Flow) utilizado en el análisis intrínseco del valor.
- Retorno a Inversionistas.
- Ganancia Económica o valor Económico Agregado.
- La relación entre el valor de mercado de los instrumentos financieros de la firma y el valor en libros de los recursos de la firma. Esta relación ha sido denominada como Valor de Mercado Agregado (Market Value Added), o valor q.

Todas las mediciones deben estar basadas en las proyecciones o expectativas. En la Figura que se muestra a continuación podemos observar un modelo de aplicación de la Administración Basada en el Valor. (Alvarado, 2003)

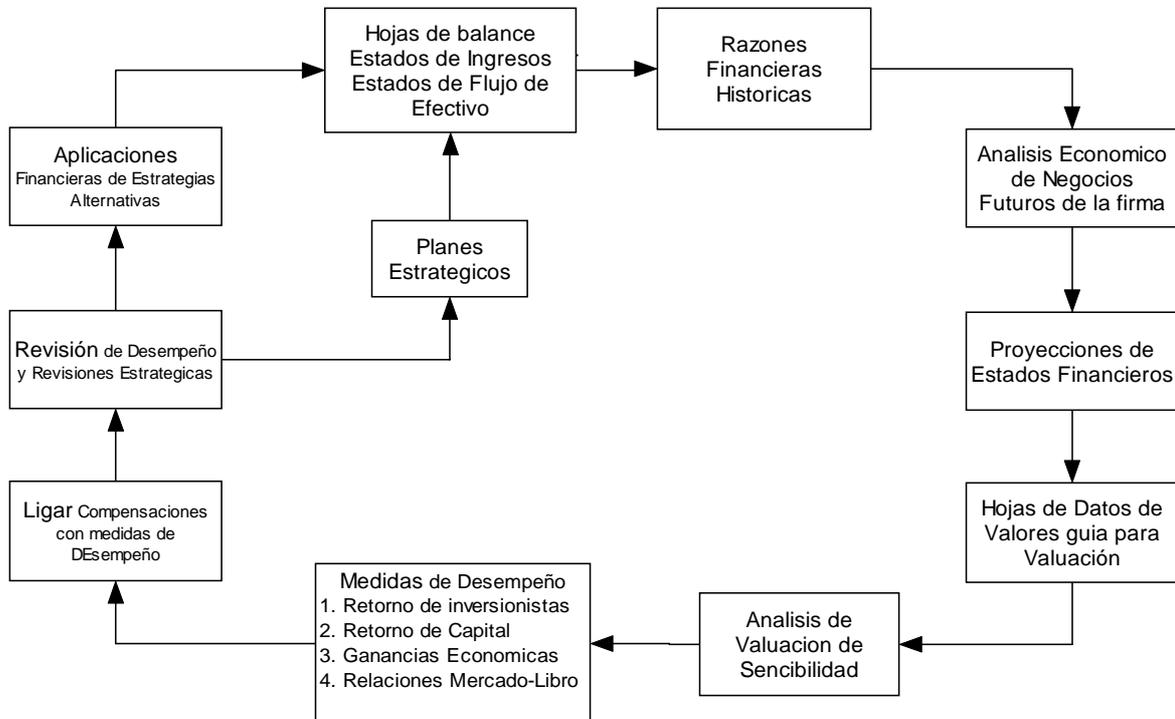


Fig. 2.2 Modelo de Administración Basada en el Valor

### 2.2.5 Mantenimiento Total Productivo

El Mantenimiento Total Productivo consiste en un grupo de actividades que buscan una implicación total de los empleados, enfocadas principalmente al departamento de producción, mantenimiento e ingeniería de planta con la finalidad de maximizar la productividad. En otras palabras, es una estrategia adoptada por todo el personal que está involucrado directamente con la manufactura para alcanzar cero accidentes, cero defectos y cero averías (Tajiri, 1992).

El Mantenimiento Total Productivo consiste en seis actividades mayores:

1. Eliminación de las seis grandes pérdidas, (averías, organización y cambios, interrupciones y tiempos ociosos, reducción de la velocidad, defectos y retrabajos, pérdida de productividad) basándose en equipos de proyecto

organizados por los departamentos de producción, mantenimiento e ingeniería.

2. Mantenimiento planeado, llevado a cabo por el departamento de mantenimiento.
3. Mantenimiento autónomo, llevado a cabo por el departamento de producción.
4. ingeniería productiva, llevada a cabo principalmente por el departamento de ingeniería de planta.
5. Diseño de productos fácil de fabricar, llevado a cabo por el departamento de diseño de productos.
6. Educación, apoyar las actividades anteriores.

#### *2.2.6 Competición Basada en el Tiempo*

Esta técnica es una complementación de la filosofía justo a tiempo dentro de cada fase del ciclo de entrega de valor, desde la investigación y desarrollo hasta la mercadotecnia y distribución, el objetivo principal es reducir el tiempo en todas las fases del proceso de producción mediante la reducción de tiempos de organización, producción en cantidades pequeñas y el trabajo en coordinación con los proveedores.

Los objetivos de la competición basada en el tiempo son:

- Eliminar los tiempos de desperdicio en la producción o entrega de un servicio.
- Eliminar tiempos de ocio
- Maximizar el tiempo que agrega valor al proceso.

#### *2.2.7 Administración Visual*

La administración visual es una herramienta que se basa en el control visual de la producción, calidad y lugar de trabajo de una organización, mediante sistemas visuales diseñados especialmente para compartir información mediante el sentido visual, sin la necesidad de decir alguna palabra. El principio fundamental de la Administración Visual es la prevención de la ocurrencia de errores a través de controles visuales, es decir, el establecimiento de medidas de respuesta rápida y de prevención de recurrencia que detengan con eficacia la generación de defectos y los resultados mediocres antes de que tengan oportunidad de producirse. (Igarashi, 1993)

Los elementos de control se dividen en seis categorías:

- Control de procesos y entregas.
- Control de Calidad.
- Control del trabajo.
- Control de objetos.
- Control de equipos, útiles y accesorios.
- Control de metas de mejora.

### *2.2.8 Ingeniería Concurrente*

La ingeniería concurrente, también llamada por muchos autores ingeniería simultánea, es un fenómeno que aparece a principios de la década de los ochenta en el Japón y que llega a Europa a través de América, fundamentalmente Estados Unidos, a finales de esa misma década.

Se define como el proceso integrado del desarrollo de un producto nuevo buscando que los departamentos participantes en la toma de decisiones en las fases iniciales del proyecto tengan en cuenta los requerimientos que repercutirán en las áreas que intervendrán mas tarde en el proyecto, tanto internas como externas.

La ingeniería concurrente que ahora se aborda es una filosofía basada en sistemas informáticos y, como la gran mayoría de estos sistemas, su aportación fundamental consiste en una muy evolucionada forma de tratar la información disponible.

Bajo esta idea se han planteado diversas posibles definiciones pero quizá la que mejor responde a esta idea es:

"Filosofía de trabajo basada en sistemas de información y fundamentada en la idea de convergencia, simultaneidad o concurrencia de la información contenida en todo el ciclo de vida de un producto sobre el diseño del mismo".

### *2.2.9 Integración de los Empleados (Employee Involvement)*

Esta técnica consiste en un grupo de personas quienes se reúnen periódicamente para analizar y resolver problemas relacionados con la calidad y algunos otros dentro de su área de trabajo. Generalmente, el grupo debe estar formado por gente que se desempeña en la misma área o realicen trabajos similares, de tal manera que los

problemas que sean seleccionados resulten familiares para todos los miembros del equipo. (Dejar, 1991)

Los objetivos de los grupos de integración son los siguientes.

- Reducir errores y reforzar la calidad.
- Inspirar un trabajo en equipo mas efectivo.
- Promover la integración del trabajo.
- Incrementar la motivación del empleado.
- Crear una capacidad para la solución de problemas.
- Establecer una actitud de prevención de problemas.
- Mejorar la comunicación.
- Desarrollar una relación armoniosa empleado/administrador.
- Promover el desarrollo personal y el liderazgo.
- Desarrollar una mayor conciencia de seguridad.
- Promover la reducción de costos.

#### *2.2.10 Kaizen*

Proviene de dos ideogramas japoneses: "Kai" que significa cambio y "Zen" que quiere decir para mejorar. Así, podemos decir que "Kaizen" es "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo" Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario. Su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad, y de los métodos de trabajo por operación. Además, Kaizen también se enfoca a la eliminación de desperdicio, identificado como "muda", en cualquiera de sus formas.

La estrategia de Kaizen empieza y acaba con personas. Con Kaizen, una dirección envuelta guía a las personas para mejorar su habilidad de encontrar expectativas de calidad alta, costo bajo, y entrega en el tiempo continuamente. Kaizen transforma compañías en Competidores Globales Superiores. Los siguientes son algunos aspectos que se toman en cuenta en el Kaizen

- El desperdicio ('muda' en japonés) es el enemigo público número 1; para eliminarlo es preciso ensuciarse las manos.
- Las mejoras graduales hechas continuamente no son una ruptura puntual.
- Todo el mundo tiene que estar involucrado, sean parte de la alta gerencia o de los cuadros intermedios, sea personal de base, no es elitista.
- Se apoya en una estrategia barata, cree en un aumento de productividad sin inversiones significativas; no destina sumas astronómicas en tecnología y consultores.
- Se aplica en cualquier lado; no sirve sólo para los japoneses.
- Se apoya en una "gestión visual", en una total transparencia de los procedimientos, procesos, valores, hace que los problemas y los desperdicios sean visibles a los ojos de todos.
- Centra la atención en el lugar donde realmente se crea valor ('gemba' en japonés).
- Se orienta hacia los procesos.
- Da prioridad a las personas, al "humanware"; cree que el esfuerzo principal de mejora debe venir de una nueva mentalidad y estilo de trabajo de las personas (orientación personal para la calidad, trabajo en equipo, cultivo de la sabiduría, elevación de lo moral, auto-disciplina, círculos de calidad y práctica de sugerencias individuales o de grupo).
- El lema esencial del aprendizaje organizacional es aprender haciendo.

Kaizen significa mejora, la aplicación de mejora le corresponde a todos los miembros de la organización desde la gerencia hasta los trabajadores. La filosofía Kaizen parte de la idea que todo lo que nos rodea en nuestra vida laboral y privada es susceptible a mejora y vale la pena intentarlo.

El trabajo para los gerentes Japoneses, tiene dos componentes importantes: el mantenimiento y la mejora de los estándares establecidos; a su vez, la subdividen en otras dos dimensiones: la innovación y el Kaizen, tal como se muestra en la figura (Imai, 1990)

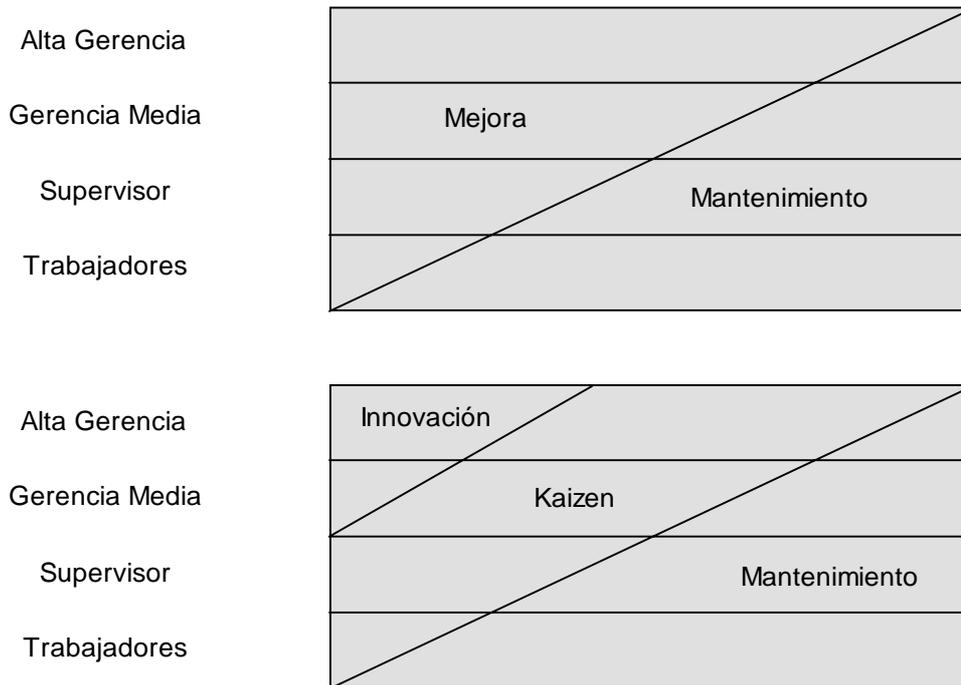


Fig. 2.3 Funciones de la gerencia japonesa

### COMPARACIÓN INNOVACIÓN vs KAIZEN

INNOVACIÓN	KAIZEN
-Creatividad	-Adaptibilidad
-Individualismo	-Trabajo en equipo
-Orientada al especialista	-Orientada al sistema
-Orientada a la tecnología	-Atención a los detalles
-Información: cerrada	-Orientada a las personas
-Buscar nueva tecnología	-Información: abierta
-Retroalimentación limitada	-Retroalimentación amplia

### CONCLUSIONES

A pesar de que existan diferencias marcadas entre las diversas Industrias, es evidente que algunas técnicas y herramientas inicialmente implementadas en la manufactura pueden ser adaptables a otras, dependiendo de las características y condiciones de cada una de ellas, tal es el caso de la Industria de la construcción, la cual a través de acciones derivadas de esta filosofía trata de crear valor y eliminar al máximo los desperdicios.

# 3

## **LOGÍSTICA ESBELTA**

En las páginas siguientes se pretende mostrar la importancia que tiene el campo de la logística esbelta en los procesos productivos y la manera de como una correcta aplicación de la misma, influye en el mejoramiento de los suministros así como en su control, flujo y almacenamiento.

### **3.1 ANTECEDENTES**

La logística de negocios es un campo relativamente nuevo en el estudio de procesos, comparado con los tradicionales como la producción, el marketing, entre otros. Los individuos han llevado a cabo actividades de logística durante muchos años. Las empresas también se han ocupado continuamente de las actividades de movimiento y almacenamiento (transporte-inventario). La novedad de este campo estriba en el concepto de dirección coordinada de las actividades relacionadas, en vez de la práctica histórica de manejarlas de manera separada, además del concepto de que la Logística añade valor a los productos o servicios esenciales para la satisfacción del cliente y las ventas. Aunque la dirección coordinada de la logística no se había practicado de manera general sino hasta hace poco tiempo la idea se remonta al menos a 1844.

La Logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

Nos podemos dar cuenta de como los flujos de los servicios son tomados en cuenta por la logística, así como de los bienes físicos que son un área de crecientes oportunidades de mejora. Sin embargo, la definición implica que la logística es una parte del proceso de la cadena de suministros.

La administración de la cadena de suministros (SCM) es un término que ha surgido en los últimos años y que encierra la esencia de la logística integrada; incluso va más allá de eso. El manejo de la cadena de suministros enfatiza las interacciones de la logística que tiene lugar entre las funciones de marketing, logística y producción en una empresa, y las interacciones que se llevan a cabo entre empresas independientes legalmente dentro del canal de flujo del producto. Las oportunidades para mejorar el costo o el servicio al cliente se alcanzan mediante la coordinación y la colaboración entre los miembros de los canales de flujo, donde tal vez algunas actividades esenciales de la cadena de suministros no estén bajo control directo del gerente de logística.

La administración de la cadena de suministros (SCM) se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministros como un todo. (Mentzer, et.al., 2001)

### **3.2 CONCEPTO DE LOGÍSTICA ESBELTA**

La Logística Esbelta y la administración de la cadena de suministros están muy relacionadas entre sí. En muchos aspectos promueven una misma misión: "Llevar los bienes o servicios adecuados al lugar adecuado, en el momento adecuado y en las condiciones deseadas" bajo un enfoque de eliminar aquellas actividades que no agregan valor a dichos productos con el objetivo de proveer la mejor calidad, costos bajos y entregas a tiempo a los clientes, a la vez que se consigue la mayor contribución a la empresa.(Ballow,2004)

La importancia de la Logística gira en crear valor: valor para los clientes y valor para los accionistas de la empresa. El valor en la logística se expresa fundamentalmente en términos de tiempo y lugar. Un material tiene poco valor si no está disponible para el

encargado de la obra en el momento que lo requiere y en el lugar que lo requiere, originando retrasos y pérdidas importantes, por eso de la importancia de contar con una buena administración de la cadena de suministros y una Logística Esbelta que pueda satisfacer las demandas de producción requeridas en forma y tiempo.

La selección de una adecuada estrategia logística y de la cadena de suministros requiere algo del mismo proceso creativo necesario para desarrollar una adecuada estrategia corporativa. Los enfoques innovadores en la estrategia logística y de la cadena de suministro pueden representar una ventaja competitiva.

La Logística cuenta con tres objetivos fundamentales los cuales son: reducción de costos, reducción de capital y mejora del servicio.

La reducción de costos es una estrategia dirigida hacia lograr minimizar los costos variables asociados con el desplazamiento y el almacenamiento. La mejor estrategia por lo general es formulada al evaluar líneas de acción alternativa, como la elección entre diferentes ubicaciones de almacén o la selección entre modos de transporte alternativos. Los niveles de servicio por lo general se mantienen constantes mientras se buscan las alternativas de mínimo costo. La maximización de utilidades es el objetivo principal.

La reducción de capital es una estrategia dirigida hacia la minimización del nivel de inversión en el sistema logístico. La maximización del rendimiento sobre los activos logísticos es la motivación detrás de esta estrategia. El envío directo a los clientes para evitar almacenamiento, la elección de almacenes públicos sobre almacenes privados, la selección de un enfoque de abastecimiento justo a tiempo en vez de almacenar para inventarios, o la utilización de proveedores externos de servicios logísticos son ejemplos de ellos. Estas estrategias pueden dar por resultado costos variables más altos que en estrategias que requieren mayor nivel de inversión; sin embargo, el rendimiento sobre la inversión puede incrementarse.

Las estrategias de mejora del servicio por lo general reconocen que los ingresos dependen del nivel proporcionado del servicio de logística. Aunque los costos se incrementan rápidamente ante mayores niveles de servicio logístico al cliente, los mayores ingresos pueden compensar a los mayores costos. Para que sea efectiva la estrategia de servicios se desarrolla en contraste con la ofrecida por la competencia. (Ballow,2004)

### 3.3 ELEMENTOS DE LA LOGÍSTICA ESBELTA

Como ya se ha mencionado, un sistema de Producción Esbelta requiere que todas las partes necesarias sean entregadas donde son necesitadas, cuando sea necesario y en las cantidades necesarias.

La Logística Esbelta contiene varios puntos como la eliminación de desperdicio, producción estratégica, control y mejoramiento de la calidad, participación de los trabajadores, compromiso de la administración, participación de los proveedores y transportación ordenada.

Sin un sistema Logístico capaz y eficiente, es imposible obtener los beneficios de la Manufactura Esbelta. Existen investigaciones que expresan que la tendencia más significativa en el diseño y ejecución de sistemas Logísticos de hoy es el creciente énfasis en las estrategias de Logística Esbelta.

Cualquier desperdicio que pueda ser eliminado en los sistemas logísticos de las empresas podrá traducirse en ahorros sustanciales en los costos y en un ambiente favorable.

Con todo lo anterior, los elementos que intervienen en el desarrollo de la Logística Esbelta son cuatro: Sistemas de Producción, Sistemas de Distribución Internos, Sistemas de Transportación y la Relación Cliente-Proveedor. Estos elementos de manera integral con la Manufactura Esbelta, permiten el desempeño de la Logística Esbelta.

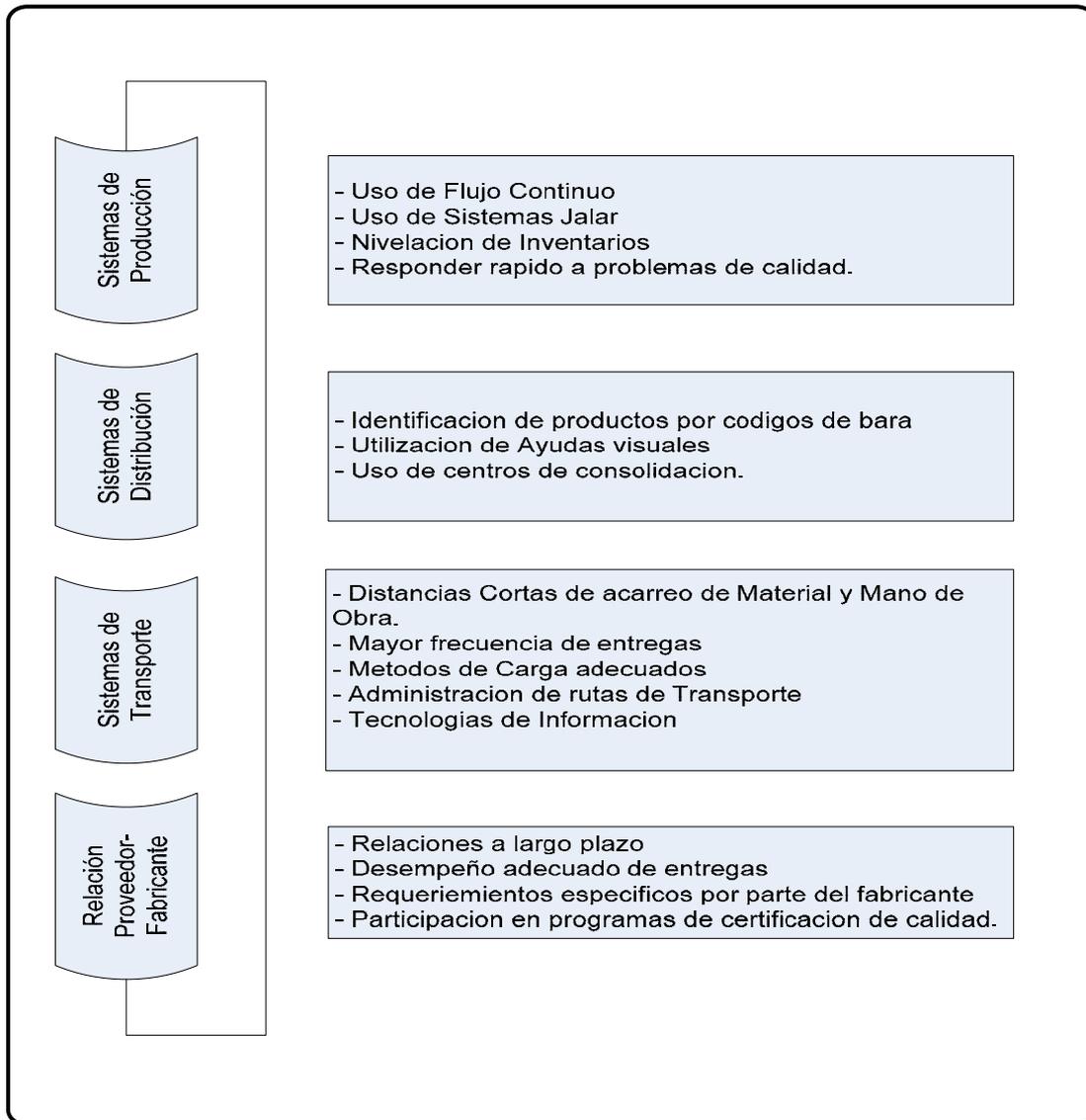


Fig. 3.1 Elementos que Integran un Sistema Logístico Esbelto

### 3.3.1 Sistemas de Producción

Es importante que exista una coordinación en las formas de producción tanto de los proveedores, como del cliente mismo, de manera que la organización de las operaciones ocurra cuando sean necesarias, para que se entreguen productos con la calidad acordada.

El objetivo de un sistema de Producción Esbelto es trabajar con lotes pequeños y entregas Justo a Tiempo. La reducción de inventarios es el resultado de la adopción de Manufactura Esbelta.

Existe una variedad de conceptos esbeltos que son aplicables a los sistemas de producción, como el uso de flujo continuo, sistema de producción Jalar, que ya se definieron en los capítulos anteriores, además de nuevos términos como lo son, la nivelación de inventarios y respuesta rápida a problemas de calidad.

### **3.3.2 Sistemas Internos de Distribución**

Uno de los enfoques de la Logística esbelta esta dirigido hacia el flujo de material y no al almacenamiento de este. Las facilidades de recibo centrales están siendo eliminadas a favor de establecer capacidades muy limitadas adyacentes al punto de uso, lo que significa no tener más material que el mínimo requerido para su operación fluida.

Para que se mueva de una manera rápida y eficiente la producción es importante contar con dispositivos que permitan el flujo continuo. El uso de contenedores esbeltos, la utilización de ayudas visuales y el uso de almacenes externos son elementos del sistema de distribución que intervienen en el desarrollo de una Logística Esbelta.

### **3.3.3 Sistemas de Transporte**

La eficiencia del sistema de producción depende de transportar partes de manera ordenada y a tiempo. Como resultado, proximidad cercana con el proveedor es deseable.

Es muy importante para los productores controlar su transporte de entrega para asignar las partes a ser establecidas a tiempo dentro de los límites establecidos.

Dentro de las actividades que se recomienda llevar a cabo, están las distancias de transporte, frecuencia y tiempos de entrega, administración de las rutas de transporte, compartir planes de producción y las relaciones entre el cliente y el transportista.

### **3.3.4 Relación Proveedor – Fabricante**

Existen muchas investigaciones que nos indican que se requiere una relación especial entre los proveedores y el departamento de compras de una empresa. La relación entre el proveedor y el comprador deberá ser la de una sociedad cooperativa donde ambas partes trabajaran juntas para construir un futuro prospero. Algunas de las características de dicha relación deberán incluir aspectos tales como: Contratos a largo plazo, mejoras en las actualizaciones de ordenes, mejoras en calidad, flexibilidad de ordenes, ordenes frecuentes de lotes pequeños y mejora continua en la sociedad.

### **Conclusiones**

Llevar a cabo conceptos de Logística Esbelta bien definidos y bien aplicados, dentro de un sistema de producción, nos retribuirá de manera significativa en la obtención de los beneficios que la Manufactura Esbelta nos ofrece.

Es de suma importancia la aplicación de este concepto dentro de los flujos de materiales, ya que de esta manera se podrán reflejar ahorros dentro de las empresas y el valor del producto se irá incrementando a lo largo de la cadena de valor.

# 4

---

## **ADMINISTRACIÓN DE LA CADENA DE VALOR**

---

### **4.1 ANTECEDENTES**

La administración de la cadena de valor es un proceso de planeación y liga de conceptos esbeltos a través de una captura y análisis sistemático de los datos. Existen datos históricos de que las ultimas 500 empresas que han implementado esta metodología no solo han sido exitosas en sus procesos de manufactura esbelta, sino que los han mantenido. Esta metodología puede ser aplicada en cualquier proceso de manufactura.

Consta de 8 pasos estructurados de manera que permitan a las organizaciones seguir paso a paso el curso de sus esfuerzos de mejora.

### **4.2 OBJETIVO**

El objetivo principal de la administración de la cadena de valor (*Value Stream Management*) es maximizar el flujo de valor a lo largo del proceso mediante la eliminación sistemática de los desperdicios.

De hecho, el “Value Stream Mapping”, permite ver el flujo del producto o servicio desde que se inicia, como materia prima o como una requisición de servicio, hasta producto terminado en las manos del cliente o hasta la prestación del servicio. Se suele empezar

con el estado actual o presente del mapa, para luego planificar el estado futuro del mapa, que se logrará después de haber reducido los desperdicios identificados, mejorando los tiempos de proceso y por ende los tiempos de entrega y los costos de operación.

El Mapeo de los procesos permite identificar los desperdicios de una forma detallada, ya que permite identificar todos los pasos de un proceso específico. Estos desperdicios son los mismos que han sido identificados por el pensamiento esbelto: sobreproducción, transporte, movimiento, esperas, operaciones asociadas al proceso, inventario, defectos.

Una vez mapeado todos los procesos, se muestran juntos los más importantes para visualizar el flujo o corriente del valor en la organización, que es lo que se conoce como el “Value Stream Mapping”.

#### **4.3 VENTAJAS DE LA ADMINISTRACION DE LA CADENA DE VALOR (ACV)**

- La administración de la cadena de valor busca transformar a la empresa en una empresa esbelta a través de una estructura visual que haga que la esbeltez de las funciones del equipo de trabajo, lo hagan más efectivo.
- Brinda una clara y precisa comunicación entre la administración y el equipo de producción en relación al flujo de materiales e información.
- Uso de Herramientas visuales como el storyboard.
- Busca que todos los involucrados participen en la planeación desde el inicio hasta el término.
- Uso de revisiones y reportes administrativos.
- Es una manera eficiente de tener comunicación visual.
- Los cambios y actualizaciones se pueden observar en cuanto ocurren.

#### **4.4 PASOS DE LA ADMINISTRACION DE LA CADENA DE VALOR**

Como mencionamos anteriormente la metodología consta de 8 pasos, los cuales serán brevemente descritos a continuación.

#### **4.4.1 Compromiso con “Lean”**

Esta etapa de la ACV es un proceso de sensibilización hacia todo lo relacionado a la metodología y los conceptos que la sustentan.

Se debe mostrar a los directivos la necesidad de eliminar los desperdicios mediante comparaciones con la competencia, cartas de quejas de los clientes, tendencias del precio del mercado, etcétera.

En esta etapa se debe identificar al “*champion*” quien será el encargado de liderar cada una de las iniciativas lean.

Después se debe establecer un equipo guía el que ayudará a implementar las iniciativas a lo largo de la organización.

Una vez nombrado el *champion* y el equipo guía es momento de arrancar el proyecto ACV.

La siguiente etapa es ir al piso de la planta, con la finalidad de ver la problemática desde otra perspectiva y tener la foto completa de la situación de la operación cotidiana.

#### **4.4.2 Escoger el flujo de valor a analizar**

Las compañías de manufactura sobreviven porque transforman materia prima en producto terminado que sus clientes valoran dependiendo de las características que ellos aprecian.

El concepto de flujo de valor consta de todo aquello (incluyendo las actividades que no añaden valor) que hace posible tal transformación. Como comunicación, transporte y manejo de materiales, planeación y control de la producción, la red de procesos y operaciones a través de las cuales material e información fluye en tiempo y espacio a medida que ocurre la transformación.

Con la finalidad de seleccionar el flujo de valor se puede hacer uso de varias herramientas como el análisis cantidad de producto (PQ), que trata de hacer un gráfico de Pareto con el propósito de determinar cuales son los productos que representan la mayor ganancia para la compañía.

Otra técnica es el análisis de la ruta de productos, que consiste en determinar aquellos productos que tienen operaciones en común, después se agrupan en familias y se analiza la ganancia que representan para la compañía.

#### **4.4.3 Aprender acerca de “Lean”**

En este paso deben definirse los conocimientos y habilidades necesarias para implementar las prácticas de la ACV.

Para todas las deficiencias encontradas se debe establecer un plan de entrenamiento, una vez diseñado el plan de entrenamiento se procede con la realización del entrenamiento, se evalúan los resultados y se retroalimenta cuando es necesario.

#### **4.4.4 Mapear el estado actual**

Esta etapa consiste en recolectar datos y mostrar gráficamente el flujo de material e información como actúa en la cadena de valor.

Con la finalidad de facilitar esta tarea se hace uso de un formato y simbología estándar (Storyboard). Este muestra toda la información relevante para detectar los desperdicios en los procesos de la cadena de valor.

Este mapeo debe estar basado en la información y observación de piso de taller más que en descripciones de los gerentes, quienes generalmente nos indican como debería ser la operación y no como es realmente.

#### **4.4.5 Identificar métricas Lean**

Las métricas lean son una forma simple de medir el grado actual de esbeltez en el proceso y nos muestran un punto de referencia para medir el desempeño de la cadena de valor.

El uso técnicas visuales nos proporciona una serie de ventajas, ya que exponen claramente las áreas de oportunidad para mejorar, permiten estimar el potencial de mejora, establecen las prioridades de la compañía y la forma en la cual se evaluará el avance.

#### **4.4.6 Mapear el estado futuro**

En esta etapa se debe realizar un plano de las metas o niveles de mejora que queremos alcanzar con la implementación de la ACV.

Es necesario tener en cuenta este mapeo siempre que se realice una evaluación de los avances alcanzados.

#### **4.4.7 Crear planes “Kaizen”**

Establecer planes de mejora Kaizen que permitan mejorar los procesos identificados como susceptibles de mejora dentro de la cadena de valor.

#### **4.4.8 Implementar Planes “Kaizen”**

Establecer un calendario que muestre claramente el desempeño de los planes Kaizen, sus logros y las metas propuestas, con el fin de llevar un control adecuado de los esfuerzos.

### **Conclusión**

El proceso de la Administración de la Cadena de Valor (ACV) nos muestra de una manera clara cuales son las deficiencias que se tienen en el proceso, para así proponer e implementar acciones de mejora las cuales permitirán de una manera ordenada maximizar el flujo de valor a lo largo del proceso mediante la eliminación sistemática de los desperdicios.

# 5

---

## METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DE ADMINISTRACION DE LA CADENA DE VALOR Y LOGISTICA ESBELTA EN LA CONSTRUCCIÓN

---

### 5.1 OBJETIVO

En los capítulos anteriores, se describieron una serie de conceptos y herramientas aplicadas en la industria de manufactura que han tenido resultados muy aceptables en cuanto a la reducción de desperdicios y el incremento de la productividad, el objetivo de este apartado es tomar como base fundamental los conceptos de Logística Esbelta y la metodología de Administración de la Cadena de Valor para reducir los costos y desperdicios en la Industria de la Construcción, particularmente en la construcción de viviendas en serie.

### 5.2 METODOLOGIA

Este estudio se enfocará básicamente a la logística en los sistemas internos de distribución, es decir, se atacará el flujo de materiales desde Almacén hasta el sitio de la obra.

A continuación se propone una metodología para identificar y reducir los desperdicios de materiales en el proceso de producción de viviendas en serie:

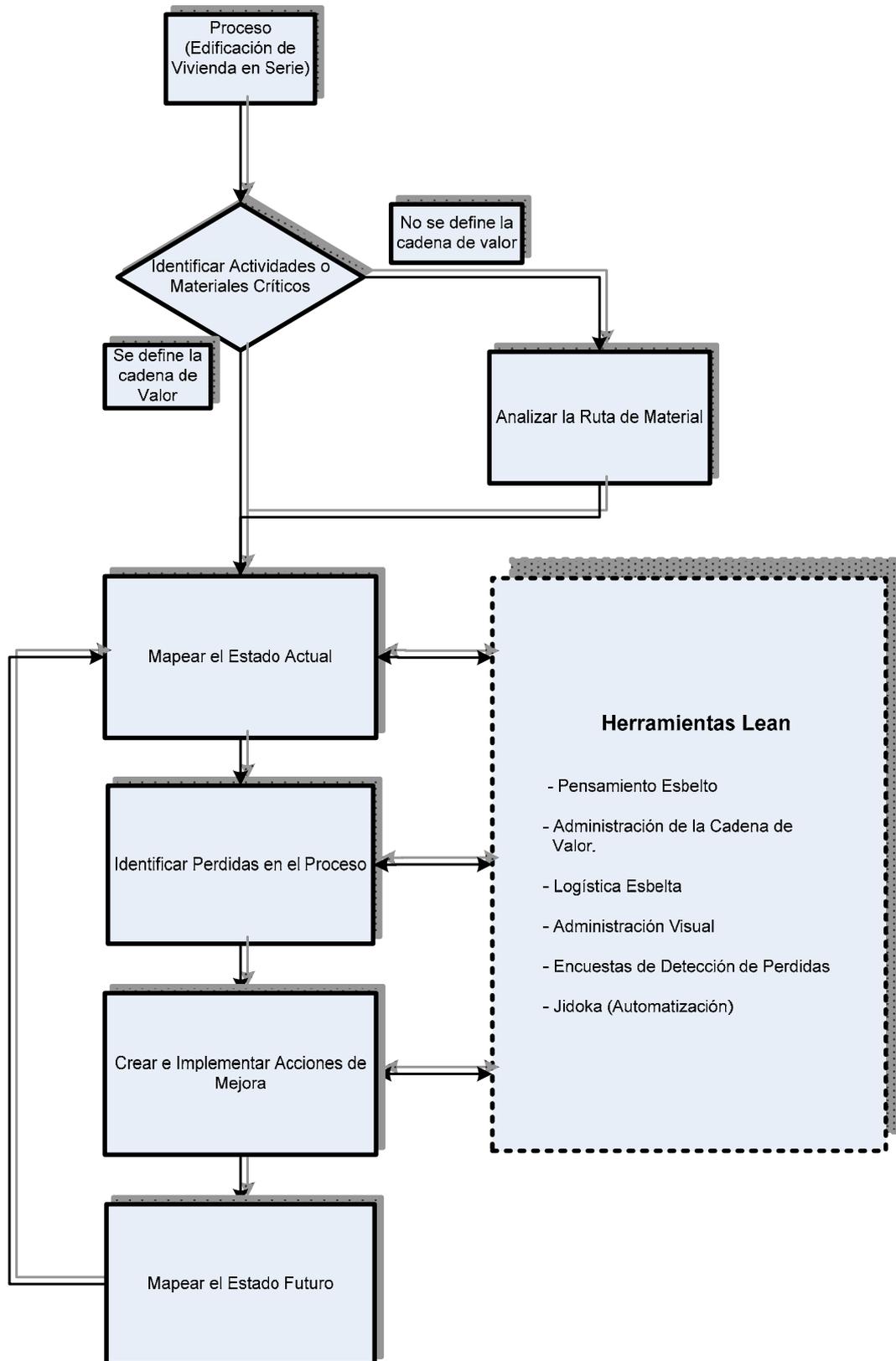


Fig. 5.1 Metodología de Aplicación de Administración de la Cadena de Valor y Logística Esbelta

### 5.2.1 Identificar Actividades o Materiales Críticos

Como primer paso se debe identificar la cadena de valor a analizar, se recomienda realizar un análisis de cantidad de materiales, el cual consiste en hacer un grafico de pareto para identificar el 20% del flujo de materiales que nos represente un 80% del costo de la vivienda.

En base al presupuesto se identifica el costo de las actividades y se vacían en una tabla en orden descendente, para posteriormente obtener el porcentaje que representa cada actividad del costo total. Como resultado nuestras actividades de interés serán aquellas que en conjunto representen el 80% del costo del proyecto.

TABLA DE IDENTIFICACION DE LAS ACTIVIDADES O MATERIALES CRITICOS					
#	Actividad	Costo	Costo Acumulado	%	% Acumulado
1	X	\$X	\$X	$\frac{\$X}{(\$X+\$X1+\$X2+\dots\$Xn)}$	%X
2	X1	\$X1	$\$X+\$X1$	$\frac{\$X1}{(\$X+\$X1+\$X2+\dots\$Xn)}$	%X+%X1
3	X2	\$X2	$\$X+\$X1+\$X2$	$\frac{\$X2}{(\$X+\$X1+\$X2+\dots\$Xn)}$	%X+%X1+%X2
4	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.
10	Xn	\$Xn	$\$X+\$X1+\$X2+\dots+\$Xn$	$\frac{\$Xn}{(\$X+\$X1+\$X2+\dots\$Xn)}$	%X +%x1+ %X2+...%Xn

Fig. 5.2 Tabla de Identificación de Actividades o Materiales Críticos

Cabe mencionar que en ocasiones se podrá encontrar más de una actividad crítica por lo que quedará a consideración del encargado del estudio la decisión de elegir la actividad de mayor porcentaje o un conjunto de varias actividades que representen un porcentaje de perdidas considerable.

### 5.2.2 Analizar la Ruta del Material

Cuando no tenemos resultados muy claros en el análisis de actividades o materiales críticos propuesto anteriormente, se procederá a un segundo análisis que consiste en identificar qué actividades o materiales de las que son más críticas tienen un proceso similar o su flujo esta relacionado. Con esto se agrupan y la suma de la variable de interés de estas, se considerará como una sola. Este paso se realizara únicamente cuando no quede definida completamente en la etapa anterior la cadena de valor a analizar.

### 5.2.3 Mapear el Estado Actual

Una vez definidas la(s) actividad(es) de interés, se deberá realizar el mapeo de los procesos de cada una de ellas, el objetivo es recolectar la mayor cantidad de datos que ayuden a identificar las deficiencias en los procesos. Es de mucha importancia que el observador “se meta en la actividad”, es decir, ponerse en el lugar de la persona que está realizando la actividad para que obtenga resultados más efectivos. En manufactura esta técnica es muy conocida, lo que llaman “meterse en la pieza”, lo que les ayuda a identificar las deficiencias que tiene una pieza en su periodo de operación.

A continuación se propone una serie de recomendaciones para lograr un mapeo exitoso:

1. Planear con el equipo de trabajo las actividades previas, así como prever los posibles inconvenientes que se presenten.
2. Realizar una visita de campo para observar detenidamente las operaciones y recolectar la mayor cantidad de datos del estado actual. Es de utilidad hacer un *Cheklis* previo para definir las métricas que serán de mayor utilidad en el análisis del proceso. Se deben tomar de 7 a 10 Atributos que representen el mayor grado de importancia en el proceso.

3. Reagruparse con el equipo de trabajo para analizar y discutir los resultados obtenidos así como para asegurarse de que hayan recopilado toda la información necesaria.

Es muy importante que una vez en la obra se tomen las siguientes precauciones:

1. Comunicar a todas las áreas que se hará el estudio, antes de ir a la obra.
2. Dar las instrucciones necesarias al llegar a la obra, para que los trabajadores sepan lo que se está realizando.
3. Explicar a los trabajadores el propósito del estudio.
4. Respetar el área de trabajo de las personas y agradecer su colaboración.

Los pasos a seguir para el mapeo del proceso son los siguientes:

1. Se recomienda establecer iconos que representen a cada una de las partes que se involucran en el proceso esto con el fin de estandarizar la mecánica (almacén, sitio de la obra, producción, factores externos, entre otros), se debe ubicar en la parte izquierda el proveedor, en el centro los procesos y en la derecha el cliente o receptor.
2. Dibujar un cuadro debajo del icono del cliente donde se registraran sus necesidades ya sean diarias, semanales, por tipo de producto, etc.
3. Identificar datos de envíos y entregas.
  - Dibujar un icono de transporte debajo del icono del cliente e indicar con que frecuencia se requiere el material.
  - Dibujar debajo del icono de transporte un icono de material y una línea que indique la dirección que este lleva.

- Dibujar un icono de transporte debajo del icono de proveedor e indicar la frecuencia con que sale el material y trazar una línea desde el proveedor a través del icono de transporte del proveedor hacia donde se dibujarán los iconos que representen las etapas del proceso.
4. Dibujar en la parte inferior del mapa todas las actividades que se realizan en el proceso en orden cronológico, representar cada actividad con un icono y etiquetarlos.
  5. Indicar los atributos o características de cada actividad debajo de cada icono, indicar las actividades que agregan valor y las que no agregan valor a la actividad, así como la información que sea útil para identificar las posibles deficiencias. (Se recomienda anotar tiempos muertos, horas de comida, total de horas de la jornada de trabajo, en la esquina superior derecha de la hoja.)
  6. Indicar por medio de flechas como el flujo de información entre el cliente y el proveedor incluyendo las relaciones que tienen cada una de las actividades.
  7. Indicar tiempos o duraciones de cada actividad

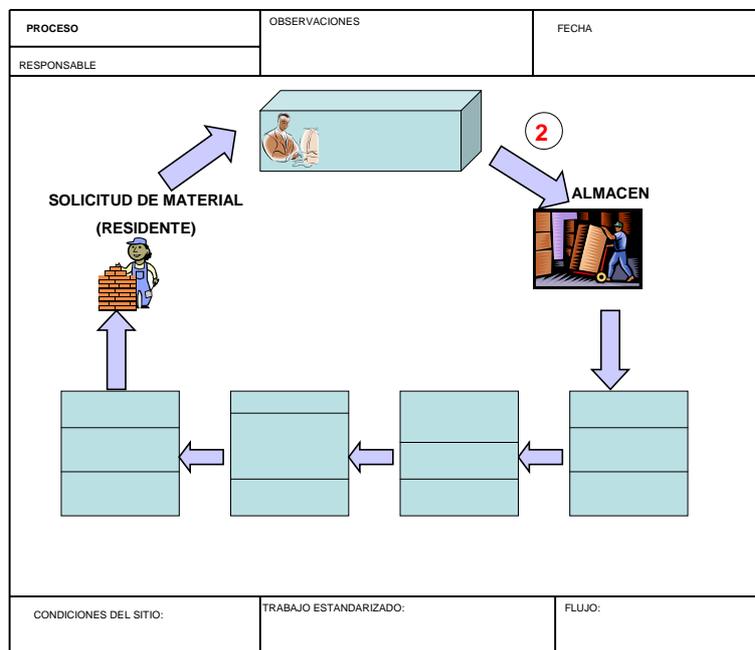


Fig. 5.3 Hoja de Mapeo de Procesos

#### **5.2.4 Identificar Pérdidas en los Procesos**

Esta etapa prácticamente consiste en realizar un inventario de las deficiencias o pérdidas que se observen en el proceso una vez realizado el mapeo correspondiente, se deben especificar los aspectos que se van a analizar y que fueron previamente identificados en la etapa anterior.

Se debe realizar un muestreo en campo, específicamente de los puntos críticos en el proceso en base a la observación y encuestas al personal encargado.

Es de vital importancia la cooperación del personal involucrado ya que la experiencia que tienen con relación a los problemas mas frecuentes será de mucha utilidad.

#### **5.2.5 Crear e Implementar Acciones de Mejora.**

Una vez identificadas las pérdidas o deficiencias en el proceso se realizará un análisis bajo el concepto del pensamiento esbelto, donde se identifican las actividades que agregan valor y las actividades que no agregan valor al proceso, se identifican las causas que originan las pérdidas con el objetivo de realizar un cuadro de observaciones que indique las acciones necesarias para minimizar al máximo las actividades que no agregan valor.

#### **5.2.6 Mapear el Estado Futuro.**

Una vez definidas las acciones que se tomarán para corregir y eliminar las actividades que no agregan valor al proceso se procede a realizar las modificaciones en el flujo futuro del proceso, para ello se realizará un mapeo del estado futuro del proceso que deberá incluir las modificaciones hechas previamente. Con esto se podrán medir los beneficios que se obtuvieron con las acciones de mejora e identificar nuevas posibles áreas de oportunidad para mejorar el proceso.

Es muy importante que en las modificaciones que se hagan en el proceso se tomen en cuenta tres aspectos:

- Demanda Interna: tomar en cuenta la demanda de materiales, requerimientos de calidad y los tiempos de suministro.
- Flujo Continuo: Buscar continuidad en el flujo de los materiales, estandarizar y reducir la variabilidad para que se reciba el producto correcto, en la cantidad exacta y en el tiempo adecuado.
- Nivelar el flujo: Distribuir el material en cuanto tipo y volumen con el objetivo de reducir el inventario.

# 6

## APLICACIÓN DE ADMINISTRACION DE LA CADENA DE VALOR Y LOGISTICA ESBELTA EN EL PROCESO DE SUMINISTRO DE MATERIALES EN LA EDIFICACION DE VIVIENDA EN SERIE.

---

### 6.1 Objetivo

El objetivo de este capitulo es dar a conocer al lector, la utilidad de la metodología propuesta en el capitulo anterior y los beneficios que proporcionan las herramientas utilizadas en la reducción de pérdidas y desperdicios de materiales en la red interna de distribución de una empresa constructora.

### 6.2 Antecedentes

En los últimos años la industria de la construcción se ha interesado por implementar nuevas practicas e ideologías que ayuden a incrementar la productividad en su procesos, conceptos como Calidad, Mejora Continua, Pensamiento Esbelto, entre otros, se han venido adecuando a los procesos de la industria de la construcción. La metodología propuesta en el capitulo anterior se ha implementado en una empresa inmobiliaria que se especializa en la edificación de viviendas en serie, en Ciudad Juárez Chihuahua, llamada Desarrolladora de Casas del Noroeste.

Desarrolladora de Casas del Noroeste, es una empresa dedicada a la construcción y promoción de viviendas . Para la aplicación de la Metodología se eligió como objeto de estudio el fraccionamiento de casas de Nivel medio "BONANZA" ubicado a las afueras del municipio de Juárez Chihuahua, dicho fraccionamiento contará con viviendas de 108 m<sup>2</sup> de superficie

---

construida sumando un total de 47 viviendas en su primer etapa, 69 en su segunda etapa y 75 en su tercera y ultima etapa. La empresa tiene una producción anual de aproximadamente 1000 viviendas y ha implementado diferentes programas de mejora continua en su departamento de construcción.

### 6.3 Metodología

Para ilustrar los beneficios de la metodología propuesta en el capítulo anterior, se implementó en el suministro de materiales de las viviendas de 108 m<sup>2</sup> de construcción en el fraccionamiento antes mencionado. A continuación se describen paso a paso las actividades realizadas, así como los resultados obtenidos:

#### 6.3.1 Identificación de Materiales Críticos

Como primer paso se realizó una entrevista con el departamento de presupuestación para obtener información relacionada con la cantidad de materiales por vivienda, así como los precios de los diferentes materiales que componen la vivienda.

Esto con el fin de identificar los materiales que representan mayor importancia en cuanto a costo y volumen en la vivienda, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA DE MATERIALES A ANALIZAR						
#	MATERIAL	COSTO	COSTO ACUMULADO	% DE INCIDENCIA	%	% ACUMULADO
1	CONCRETO PREMEZCLADO 200KG/CM2	21003	21003.00	10.19	20.59	20.59
2	CEMENTO GRIS	13265.91	34268.91	6.44	13.00	33.59
3	VIGUETA Y BOVEDILLA	11703.05	45971.96	5.68	11.47	45.06
4	BLOCK HUECO CONCRETO GRIS 12X20X40CM PESADO ENTERO	8653.81	54625.77	4.20	8.48	53.55
5	VARILLA CORRUGADA FY=4200 #3 (3/8")	8496.37	63122.14	4.12	8.33	61.87
6	ARMEX 15X20-4	6096.77	69218.91	2.96	5.98	67.85
7	PISO AUSTIN BEIGE 33X33 PORCELANITE	5776.08	74994.99	2.80	5.66	73.51
8	YESO	5461.2	80456.19	2.65	5.35	78.86
9	IMPERMEABILIZANTE PREFABRICADO 3MM CHOVA TEK	3364.29	83820.48	1.63	3.30	82.16
10	CIMBRAPLAY 4x2x 5/8"	3170.39	86990.87	1.54	3.11	85.27
11	MORTERO CEMENTO	3040.3	90031.17	1.48	2.98	88.25
12	PLAFON DE TABLAROCA ACABADO PERFACINTA	2927.55	92958.72	1.42	2.87	91.12
13	MADERA DE PINO P/ CONSTRUCCIÓN	2338.16	95296.88	1.13	2.29	93.41
14	WC BLANCO REGGIO MARCA CAPIZZI	2308.47	97605.35	1.12	2.26	95.67
15	ARENA	2261.72	99867.07	1.10	2.22	97.89
16	MALLA ELECTROSOLDADA 6X6-10/10	2150.81	102017.88	1.04	2.11	100.00

	COSTO	%
<b>PRESUPUESTO TOTAL MATERIALES</b>	<b>\$206097.00</b>	<b>100</b>
<b>COSTO DE MATERIALES SELECCIONADOS</b>	<b>\$102017.88</b>	<b>49.49</b>
<b>COSTO DE MATERIALES A ANALIZAR</b>	<b>\$80456.19</b>	<b>39.03</b>

Fig. 6.1 Tabla de Identificación de Materiales Críticos

En la tabla anterior podemos observar una muestra de 16 materiales de un total de 220 para una vivienda, que son los que más importancia representan en cuanto a costo y volumen en cada vivienda, de esta lista de materiales se seleccionaron los 8 primeros que representan el 78.86% del costo de la muestra y a su vez representan el 39.03 % del costo de la vivienda.

Los materiales que se analizaron son: Concreto premezclado de 200kg/cm<sup>2</sup>, Cemento gris, Vigueta y bovedilla, Block hueco concreto gris 12x20x40, Varilla corrugada fy=4200 # 3/8 ", Armex 15x20-4, Piso Austin beige 33x33 porcelanite, Yeso, el costo de estos materiales representa el 39.03% del costo total de los materiales de la vivienda.

Se debe hacer la observación que de un total de 220 materiales que intervienen en el proceso de construcción de cada vivienda, se están atacando solo 8, los que representan el 3.64% del total de materiales por vivienda.

### 6.3.2 Mapeo del Estado Actual

Para iniciar esta etapa, ya con los materiales a analizar definidos, se realizó una lista de los parámetros que se iban a tomar en cuenta en el análisis, teniendo como resultado los siguientes:

<b>PARÁMETROS A CONSIDERAR EN EL PROCESO DE SUMINISTRO DE MATERIALES</b>	
<input type="checkbox"/> Tiempo de orden de Salida	<input type="checkbox"/> Se cuantifica el material que se va a necesitar en el sitio
<input type="checkbox"/> Tiempo de arribo del Material	<input type="checkbox"/> Quien transporta el material
<input type="checkbox"/> Numero de Personas encargadas de almacen	<input type="checkbox"/> Uso adecuado en cantidades y proporciones
<input type="checkbox"/> Existe un programa de suministro de materiales	<input type="checkbox"/> Se reciclan los posibles sobrantes
<input type="checkbox"/> Como se transporta el material del almacen al sitio de la obra	<input type="checkbox"/> Existen depositos de sobrantes de material para uso posterior

Fig. 6.2 Parámetros a Considerar en el Suministro de Materiales

Una vez definidos los parámetros se realizaron observaciones en campo del estado actual del proceso de suministro de cada uno, donde se indica la demanda, duración de órdenes de salida, el tiempo en que se suministra el material, el personal encargado de hacer las requisiciones, así como los responsables de controlar el material.

Para el mapeo se siguió el procedimiento propuesto en el capítulo anterior, se analizó el proceso de suministro de cada material y se obtuvieron los resultados que se mencionan a continuación:

### **1.- Concreto premezclado, $f'c= 200 \text{ kg./cm}^2$ .**

Como primer paso se definieron los participantes en el proceso de suministro y se le indicaron iconos a cada uno de ellos, en la parte derecha aparece el almacén, del lado izquierdo el sitio de la obra, donde se indica la cantidad de material que se suministra así como la frecuencia con que se hace.

En el centro del diagrama se indican los subprocesos que se realizan, desde la solicitud de la orden de salida pasando por la carga en almacén y transporte de material, hasta la descarga en el sitio de la obra. Debajo de cada subproceso se anotaron las actividades más relevantes. En la figura siguiente se muestra el resultado del mapeo del proceso de suministro de concreto.

El suministro inicia cuando el residente en conjunto con el departamento de compras hacen un programa de suministros semanal y la requisición a la planta, el concreto llega desde la planta, el tiempo de transporte representa el tiempo que tarda el material desde que el camión sale la planta hasta su llegada a la obra. Los tiempos indicados en el mapeo se realizaron para la colocación de concreto en losa de entrepiso. Los resultados se observan a continuación:

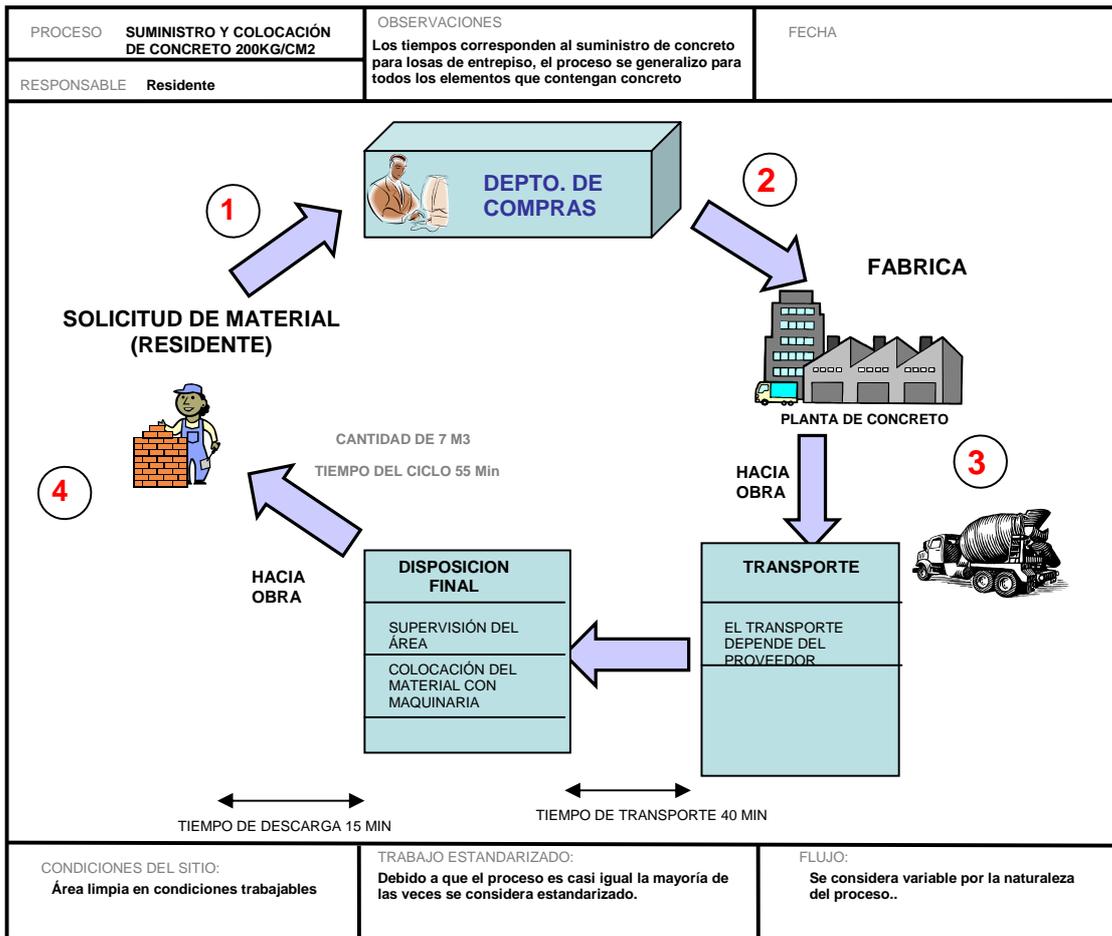


Fig. 6.3 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Concreto

Como se puede observar no aparece registro en almacén, debido a que el camión de reparto antes de llegar a su disposición final registra su llegada en almacén. El residente checa que la cantidad que llega a la obra sea la solicitada.

Estos mismos pasos se siguieron para mapear los procesos del resto de los materiales seleccionados, en las páginas siguientes se muestran los resultados de cada uno de ellos:

## 2.-Cemento Gris

El suministro de este material da comienzo con la entrega de un vale a la cuadrilla que requiere dicho material, la cual se dirige hacia el almacén con el encargado de este para entregarle el vale y así poder darle salida en sistema por medio del capturista.

El material se carga y descarga manualmente en almacén, los tiempos se realizaron para el suministro de 8 sacos. Se puede observar que el proveedor absorbe el gasto de los sacos que vienen rotos los cuales repone a la brevedad posible, el encargado de almacén no recibe ningún bulto roto. Así pues los posibles desperdicios en este material por mal uso o disposición comenzarán al momento de darlos de alta en el sistema.

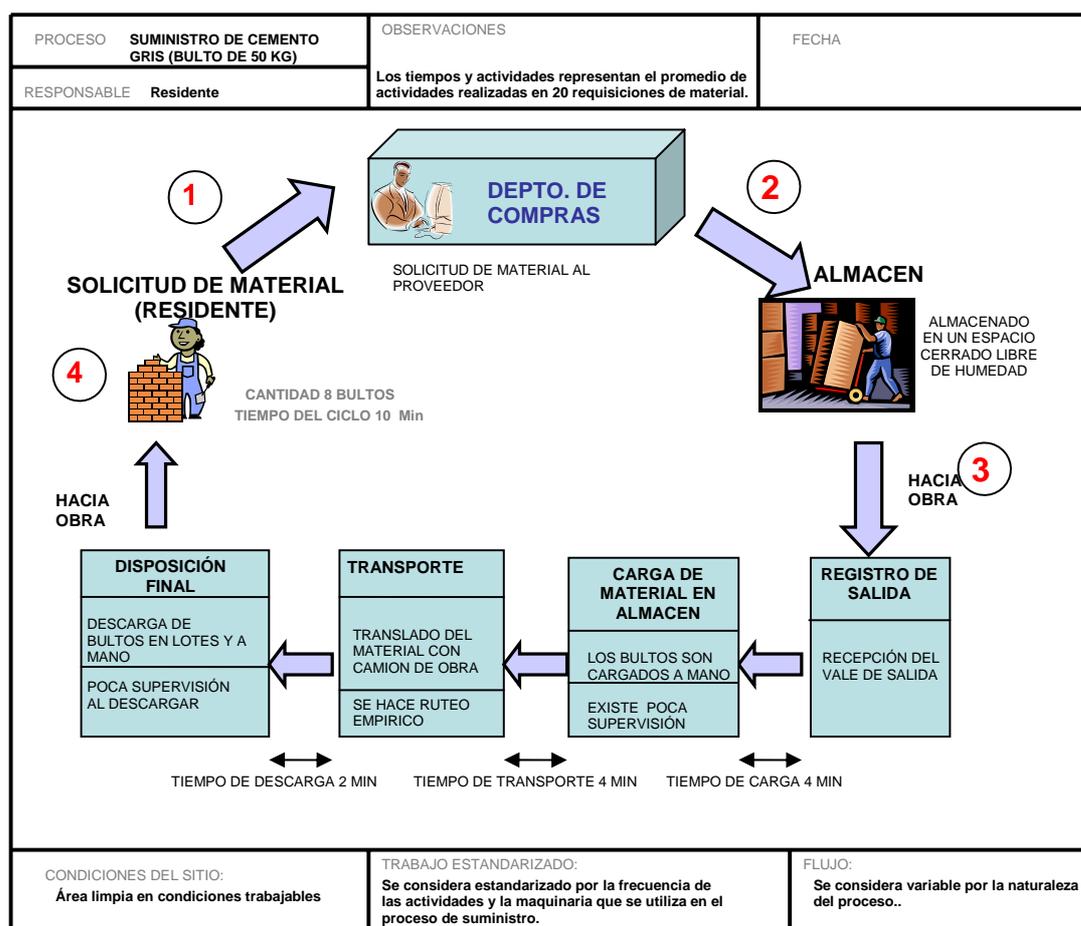


Fig. 6.4 Mapeo del Estado Actual del Suministro del Cemento gris

### 3.-Vigueta y Bovedilla en losa de entrepiso

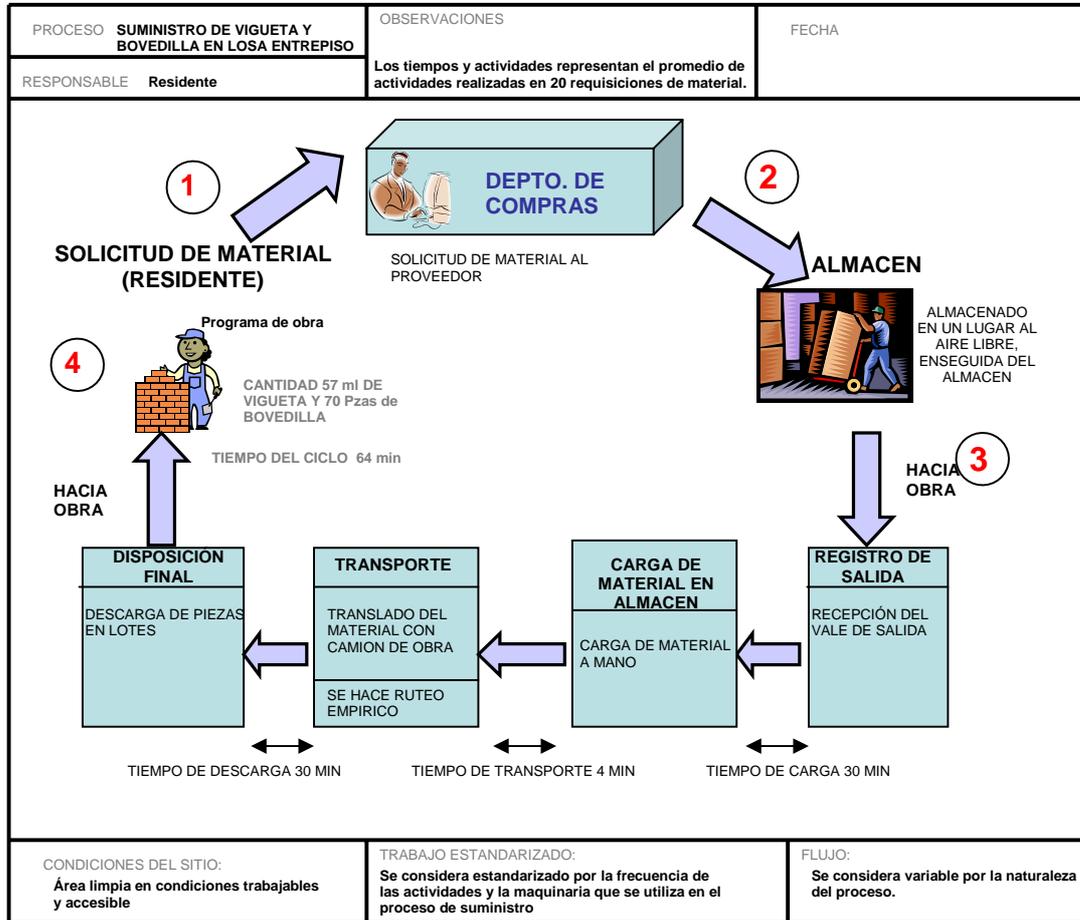


Fig. 6.5 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Vigueta y Bovedilla

El proceso inicia cuando el residente de acuerdo al programa de obra solicita la cantidad necesaria de vigueta y bovedilla para el inicio de proceso al departamento de compras, con esto el departamento realiza la compra con el proveedor para así mantener siempre un mismo buffer (cantidad que se establece desde inicio de obra para mantener siempre esa cantidad de material en almacén), el material es llevado al almacén de obra por el proveedor y depositado a un costado de el, se le da entrada al material por medio del capturista, se da salida al material por medio de un vale que se entrega al encargado de almacén, el cual corrobora que el material sea cargado al camión de obra y posteriormente entregarlo al capturista para dar salida a ese material en sistema, el material es cargado de forma manual al camión de obra, el cual es transportado por el mismo hacia el lugar donde se utilizará.

Se puede observar que el material no se ubica dentro del área de almacén, sino que se tiene un área abierta aledaña para su almacenaje, esto con el propósito de agilizar el proceso, en la siguiente etapa de la metodología se describen las observaciones hechas en cada una de las etapas del proceso. Por otro lado se tiene la ventaja de que el proveedor absorbe el costo de desperdicio de material, por lo que las pérdidas en cuanto a costo de material son mínimas.

#### 4.-Block

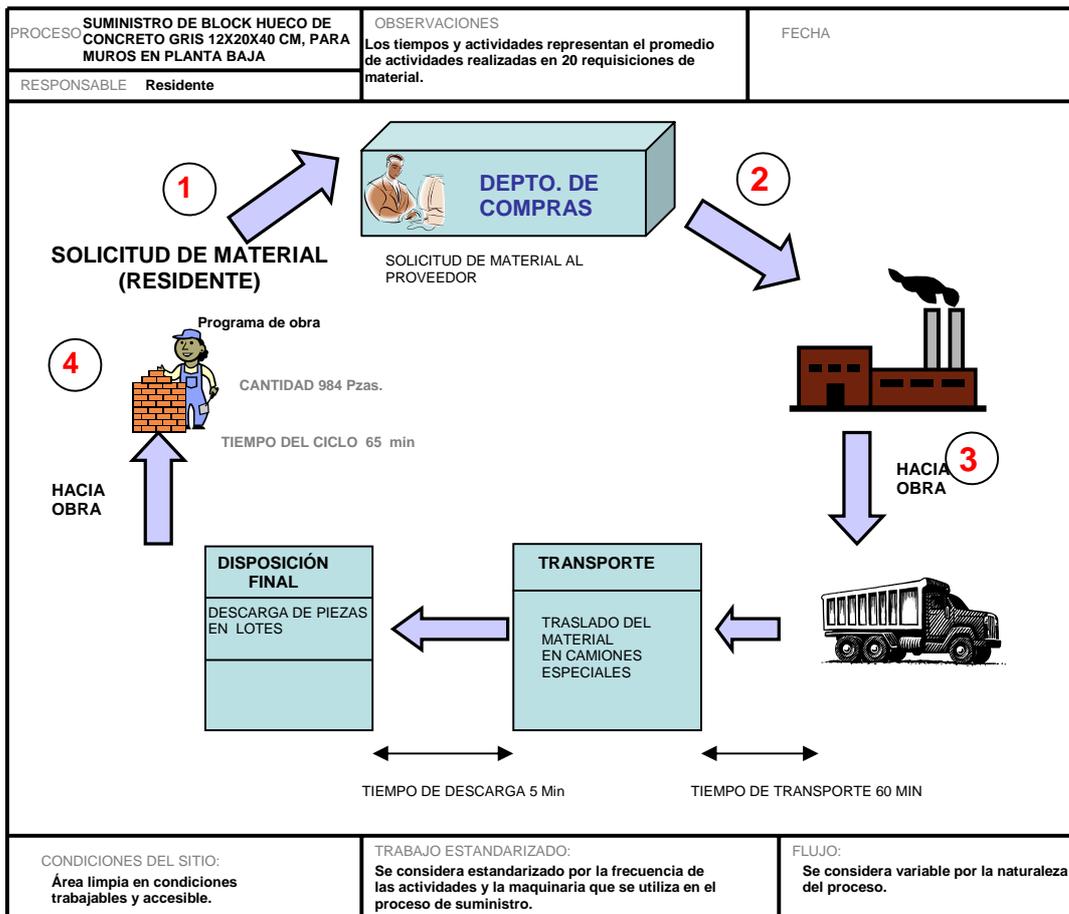


Fig. 6.6 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Block Hueco de concreto

Este proceso es diferente ya que el block muy pocas veces es almacenado físicamente en el almacén, pero si es tarea del encargado de almacén corroborar que la cantidad de material que esta llegando sea la requerida, todo inicia cuando el residente de acuerdo al programa de obra solicita la cantidad necesaria de block al departamento de compras (si es que no hay en existencia), con esto el departamento realiza la compra con el proveedor, el material es llevado

a la obra y depositado en el lugar donde se dispondrá de el, se le da entrada al material por medio del capturista, se da salida al material por medio de un vale que se entrega al encargado de almacén, y posteriormente entregado al capturista para dar salida a ese material en sistema, el material es descargado con montacargas en tarimas.

### 5.-Varilla corrugada de 3/8 “, f’y =4200

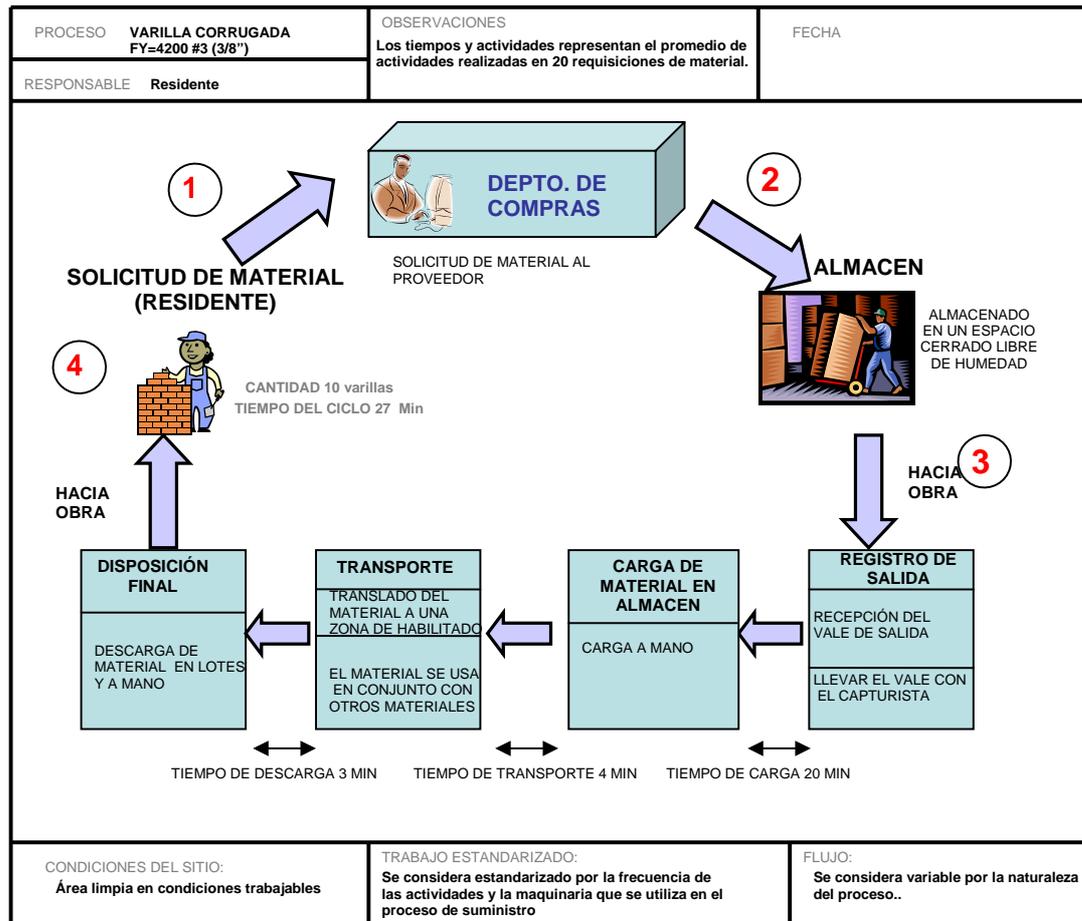


Fig. 6.7 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Varilla corrugada 3/8"

El suministro de este material da comienzo con la entrega de un vale a la cuadrilla que requiere dicho material, la cual se dirige hacia el almacén con el encargado de este para entregarle el vale y así poderle darle salida en sistema por medio del capturista.

El material se carga y descarga manualmente en almacén, cuando se carga se dirige hacia el banco el cual es un lugar al aire libre en donde es habilitado por los ferreros, y de donde salen piezas completas para así ser llevado finalmente hacia el lugar donde se utilizará, en el flujo no se considera el traslado interno del almacén al área de habilitado.

6.-Armex 15x 20 - 4

El suministro de este material se tiene estandarizado, tanto el residente como el encargado de almacén tienen conocimiento de el número de piezas por vivienda, en el mapeo del suministro de este material no se encontraron observaciones de consideración.

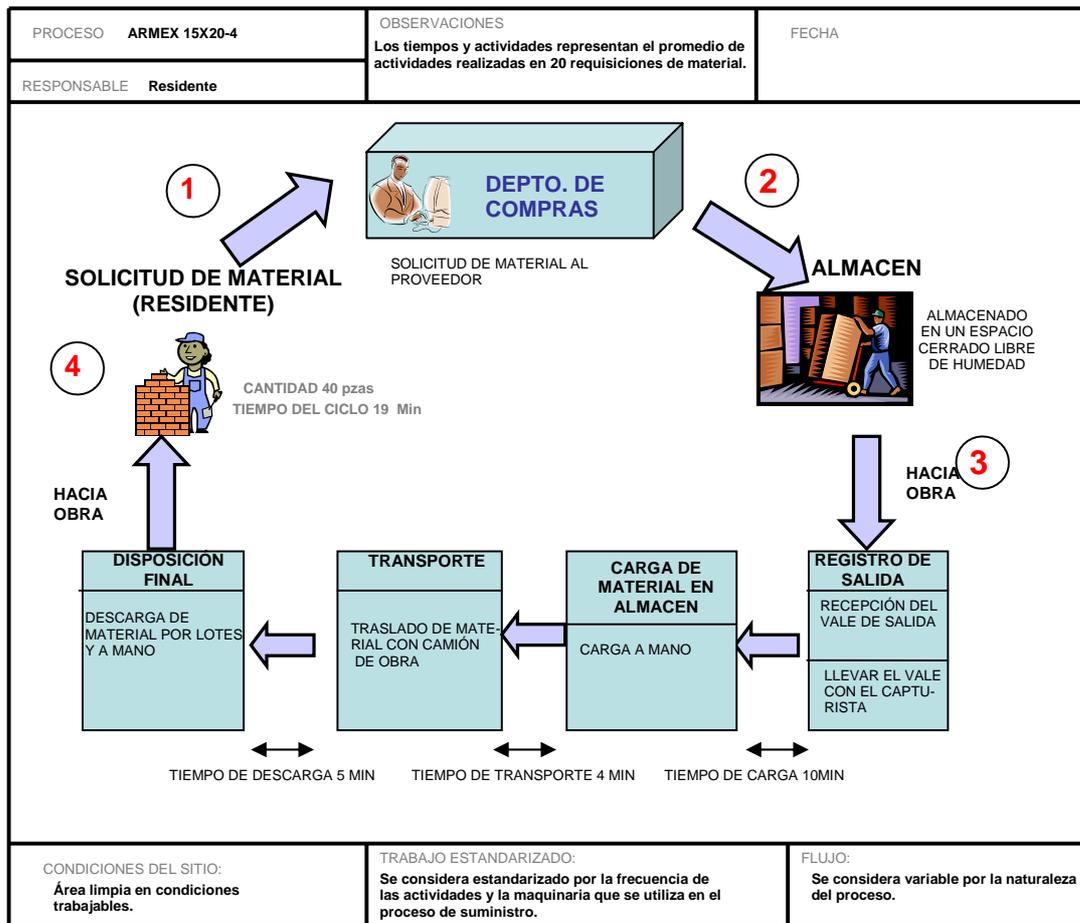


Fig. 6.8 Mapeo del Estado Actual del suministro de Armex

7.-Piso cerámico color arena, de 0.33 x 0.33 m

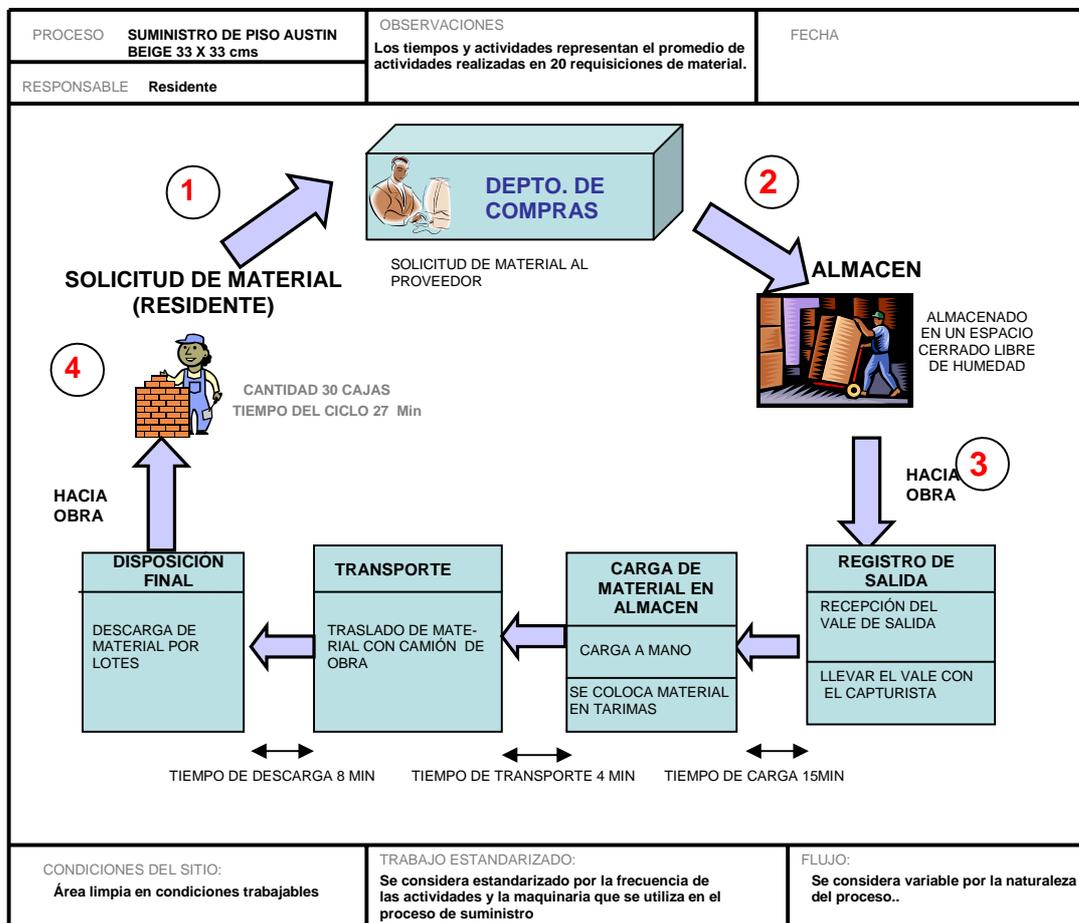


Fig. 6.9 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Piso cerámico

El suministro de este material da comienzo con la entrega de un vale a la cuadrilla que requiere dicho material, la cual se dirige hacia el almacén con el encargado de este para entregarle el vale y así poderle darle salida en sistema por medio del capturista.

El material se carga y descarga manualmente en almacén.

Como podemos observar, en el suministro de este material se realizan actividades similares a los materiales anteriores, con la diferencia que con el piso entregan paquetes completos por casa, se reparten en tarimas con lo que se asegura la cantidad de material usado en cada vivienda, sin embargo, se observaron malas practicas al momento de su instalación lo que

representa un área de oportunidad para posibles mejoras. En las etapas posteriores de la metodología se enumera cada una de las áreas de mejora.

### **8.-Yeso**

El suministro de este material se lleva a cabo de la misma manera como se lleva a cabo el suministro del cemento.

#### **6.3.3 Identificar Perdidas en los Procesos**

Una vez analizados los procesos, se identificaron las áreas donde se tienen deficiencias y las actividades que no agregan valor.

La recopilación de la información se realizó en dos etapas: la primera que fue mediante la observación en campo de la secuencia de actividades en cada proceso que se realizó en la etapa anterior de “mapeo del proceso”. Se identificaron cuatro áreas del proceso de suministro donde se observaron deficiencias que son: Almacén, Transporte, Sitio de la obra y supervisión, a su vez también se consideraron observaciones relacionadas con las características propias del material; la segunda etapa consistió en realizar entrevistas al encargado de obra, al personal encargado de almacén, a los residentes y destajistas, para conocer de manera personal las prácticas que llevan a cabo, sus responsabilidades y así como también las formas de trabajar de cada uno de ellos.

Cabe señalar que durante la visita de campo se observaron pérdidas y deficiencias en uso de la maquinaria de transporte, factores como el tiempo activo y tiempo ocioso de la maquinaria, costos horarios de la maquinaria y la forma en que afecta al costo total de la vivienda, los cuales quedaron fuera del alcance de este estudio.

Una vez reunida toda la información se vació en la siguiente tabla:

<b>Cuadro de Observaciones</b>		
Proceso	Área de Oportunidad	Observación
<b>1.-Concreto Premezclado F`c =200 Kg./cm2</b>	Almacén	No se tiene conocimiento del lote donde se colocara el material
	Transporte	No se estandariza el tiempo de transporte del material, no se tienen límites de tiempo para recibir el material.
	Sitio de la obra	Practicadas de colocación inseguras
	Supervisión	No se revisa revenimiento del concreto en cada trompo
	Material	Variaciones en agregados
<b>2.-Cemento Gris</b>	Almacén	La plataforma donde se coloca es muy chica, poca funcionalidad
	Transporte	Manejo inadecuado del material, falta logística de reparto
	Sitio de la obra	Mal uso de proporciones, inconciencia del recurso humano en el consumo del material
	Supervisión	Falta de control al momento de descargar
	Material	No aplica
<b>3.-Suministro de Vigueta y Bovedilla en losas</b>	Almacén	Exceso de bovedilla en el sitio
	Transporte	Colocación de mejor manera
	Sitio de la obra	Viguetas quebradas
	Supervisión	Piezas partidas en losa
	Material	Piezas de bovedilla quebradizas
<b>4.-Suministro de Block</b>	Almacén	No aplica
	Transporte	El material sale directo del proveedor a la obra, falta de control en rutas.
	Sitio de la obra	Exceso de piezas quebradas, piezas en buen estado tiradas por todos lados.
	Supervisión	Variación de piezas por vivienda. Control del despiece en los trazos, inconciencia del recurso humano en el uso del material.
	Material	Piezas quebradizas
<b>5.-Varilla corrugada de 3/ 8" f`y =4200</b>	Almacén	No aplica.
	Transporte	Manejo inadecuado del material
	Sitio de la obra	Inconciencia del recurso humano en el consumo del material
	Supervisión	No aplica
	Material	No se hacen pruebas de resistencia del acero
<b>6.-Armex 15-15-4 x 6ml</b>	Almacén	No aplica
	Transporte	No aplica

	Sitio de la obra	Mal uso de proporciones, inconciencia del recurso humano en el consumo del material
	Supervisión	No aplica
	Material	No aplica
<b>7.-Piso Austin Beige de 0,30x0,30 m.</b>	Almacén	No se almacena material por paquetes de casas
	Transporte	Exceso de tiempo en acomodo de tarimas
	Sitio de la obra	Exceso de desperdicios, Exceso de piezas en buen estado tiradas, exceso de cortes desperdiciados, falta de conciencia de recurso humano
	Supervisión	Falta de supervisión en arranque, despiece incorrecto
	Material	Variación en tonos de piezas.
<b>8.-Yeso</b>	Almacén	La plataforma donde se coloca es muy chica, poca funcionalidad.
	Transporte	Manejo inadecuado del material, falta logística de reparto.
	Sitio de la obra	Mal uso de proporciones, inconciencia del recurso humano en el consumo del material
	Supervisión	Falta de control al momento de descargar
	Material	No aplica

### 6.3.4 Crear e implementar Acciones de Mejora

Una vez con las observaciones concentradas se realizo una tabla donde se indican las acciones que se deberán realizar para corregirlas, así como también nos lleven a reducir las actividades que no le agregan valor al proceso y disminuir la variabilidad. A continuación se muestran los resultados y las acciones que se deberán tomar.

<b>ACCIONES DE MEJORAS EN LOS PROCESOS</b>			
<b>Material</b>	<b>Observación</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Propuesta de Mejora</b>
<b>1.-Concreto Premezclado F'c =200 Kg./cm2</b>	No hay registro exacto del lote donde se destina el material	Suministrar por paquetes de viviendas	Programar el suministro por paquetes de vivienda.
	No se estandariza el tiempo transporte de material	Estandarizar la recepción del material	Elaborar un manual de políticas de recepción de materiales y hacérselos llegar a los proveedores.
	No existen limites de tiempo para recibir el material	Estandarizar la recepción del material	Elaborar un manual de políticas de recepción de materiales y hacérselos llegar a los proveedores.
	Practicas de colocación inseguras	Capacitar al Recurso Humano	Dar cursos de capacitación sobre seguridad, implementar el uso de herramientas de seguridad.
	Exceso de material en	Programar suministro de	Realizar un programa de suministro

<b>2.-Cemento Gris (bulto de 50 Kg.)</b>	almacén	Material	semanal en base a la cantidad de material necesario de acuerdo al avance.
	Falta de logística de reparto	Realizar ruteo de entregas	Realizar programa de reparto de acuerdo al avance semanal.
	Mal uso de proporciones	Estandarizar proporciones	Proporcionar al personal de campo, contenedores con medidas exactas de proporciones de material.
	Inconciencia del recurso humano	Motivar al recurso humano	Implementar programas de incentivos al personal de campo para que gasten menos material.
<b>3.-Vigueta y bovedilla</b>	Falta de control de cantidad real de bultos por vivienda	Adquirir tecnología de información	Monitorear la cantidad real de bultos por vivienda.
	Exceso de bovedilla en el sitio	Programar suministro de Material, implementar un programa de adquisiciones.	Realizar un programa de suministro del material para cada etapa
	Bovedillas quebradas	Realizar paquetes de bovedilla	solicitar al proveedor que suministre paquetes de bovedilla por vivienda
	Piezas de bovedilla quebradizas Material se va directo del proveedor un lugar aledaño al almacén	Supervisar despiece en losas Estandarizar la recepción del material	Supervisar el arranque de colocación de viguetas Solicitar al proveedor piezas especiales Elaborar un manual de políticas de recepción de materiales y hacérselos llegar a los proveedores
<b>4.- Block</b>	Falta de control en el reparto	Realizar ruteo de entregas	Realizar programa de reparto de acuerdo al avance semanal
	Exceso de piezas quebradas	Modular piezas	Solicitar al proveedor piezas especiales para evitar desperdicios al querer partir las piezas
	Inconsistencia	Motivar al recurso humano	Implementar programas de incentivos al personal de campo para que gasten menos material.
	Variación del numero de piezas por vivienda	Realizar paquetes de material	Estandarizar el numero de piezas por vivienda
	Despiece incorrecto	Modular dimensiones	Analizar dimensiones de viviendas para utilizar piezas completas estandarizadas
<b>5.-Varilla corrugada 3/8"</b>	Inconsistencia	Motivar al recurso humano	Implementar programas de incentivos al personal de campo para que gasten menos material.
<b>6.-Armex 15-20-4</b>	Inconsistencia	Motivar al recurso humano	Implementar programas de incentivos al personal de campo para que gasten menos material.
<b>7.-Piso Austin Beige de 0.30x0.30 m.</b>	Sistema de almacén poco practico	Almacenar paquetes de material	Ubicar tarimas con cantidades exactas de material por vivienda para su reparto.
	Exceso de desperdicio en el sitio de la obra	Motivar al recurso humano	Implementar programas de incentivos al personal de campo para que gasten menos material.
	Exceso de cortes desperdiciados	Supervisar despiece de piso	Supervisar la cantidad de cortes necesarios por vivienda y cuantificar las piezas exactas.
	Despiece incorrecto	Supervisar arranque	Indicar al destajista el despiece correcto de la vivienda.
	Piezas despostilladas	Ubicar material en lugar especial	Colocar material en lugar libre de posibles contingencias.
	Piezas descuadradas	Revisar piezas antes de su colocación	Revisar piezas antes de su colocación, formar un banco de piezas defectuosas para regresarlas al proveedor.
	Variación del tono de piezas	Ubicar piezas de tonos diferentes	Contactar al proveedor para cambiar las piezas de tonos diferentes.
<b>8.-Yeso</b>	Falta de control al momento de cargar en almacén y al descargar el material en obra.	Supervisar	Supervisar la carga en almacén y descarga de material en la obra

Como se puede observar en la tabla anterior, las acciones de mejora propuestas tienen una complejidad mínima, es decir, están diseñadas con el fin de que tanto el personal de almacén como el residente obra, puedan tomar medidas correctivas a corto plazo.

También podemos darnos cuenta que algunas acciones de mejora incidirán en más de una observación debido a la similitud de los procesos, por lo que consideramos que con la metodología propuesta se hará una mejora global en el suministro de materiales.

### **6.3.5 Mapear el Estado Futuro**

Esta es la última etapa de la metodología propuesta, y la más importante, se deberán tomar acciones correctivas en base a las recomendaciones hechas en la etapa anterior, y se deberán proponer metas cuantitativas en la reducción del uso de materiales, es decir se propondrán cantidades menores de material para eficientar su uso, se deberán tomar los tiempos del ciclo de suministro ya con las acciones de corrección y compararlos con los tiempos anteriores.

Debido a las limitantes de tiempo, en esta aplicación solo se proponen los procesos futuros y las medidas de corrección que se deben tomar, los tiempos de ciclo de suministro quedaran abiertos para una futura continuación de esta investigación.

A continuación se muestra el mapeo de los procesos futuros:

1.- Concreto premezclado,  $f'c = 200 \text{ kg./cm}^2$ .

En el mapa propuesto para el suministro de este material se propone crear conciencia en el uso de equipo de seguridad es una propuesta que no elimina desperdicios pero contribuye al valor del proceso, también se recomienda realizar pruebas de revenimiento y resistencia del material para calificar la calidad

Es de vital importancia realizar un programa de suministro del concreto para eficientar el uso de la mano de obra y el equipo de colocación.

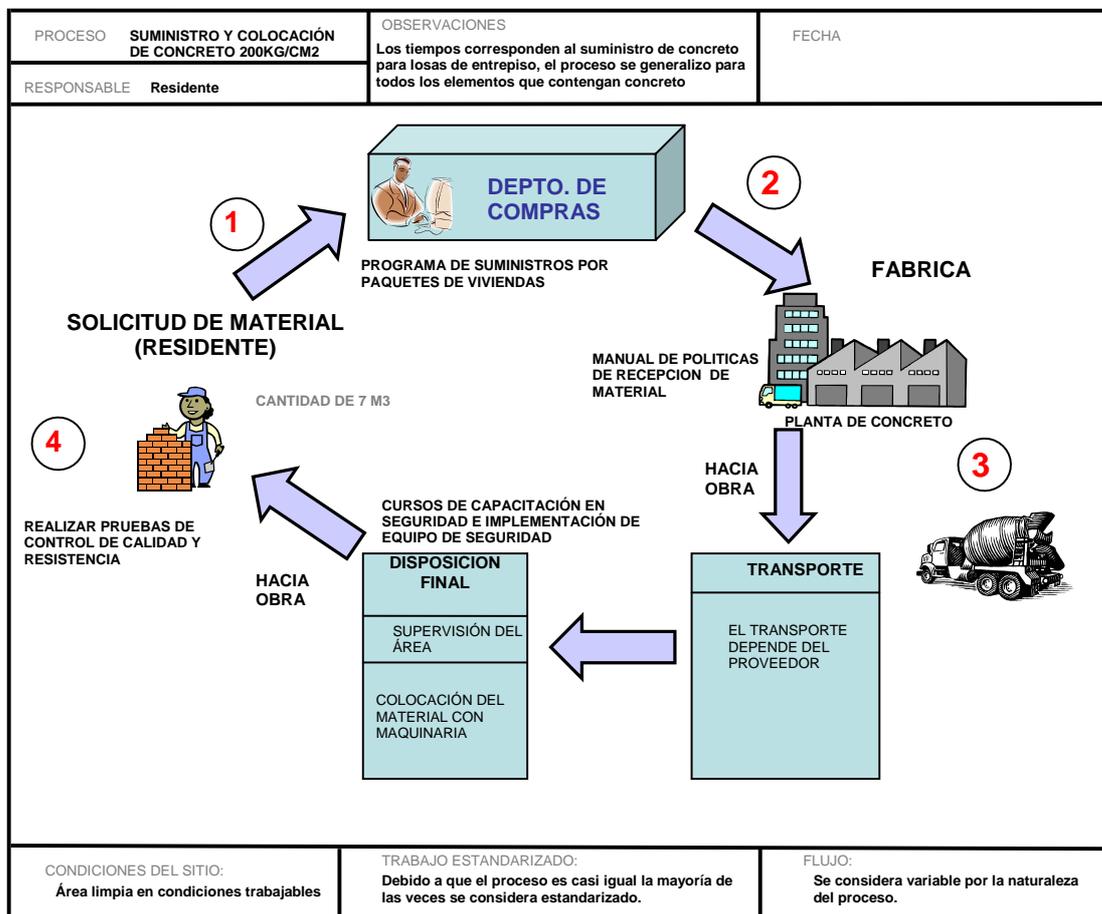


Fig. 6.10 Mapeo del Estado Futuro del Suministro y colocación de Concreto

## 2.-Cemento Gris

En el suministro de cemento gris, la estrategia mas importante será la concientización del recurso humano en el uso adecuado de las proporciones de material, se hace la propuesta de facilitar contenedores para estandarizar las proporciones de las mezclas, así como implementar un programa de incentivos a los trabajadores que gasten menos material sin descuidar la calidad del producto. También se pondrá especial cuidado al momento de cargar el material en el camión de almacén hacia obra esto lo tendrá que supervisar el almacenista, de igual manera al momento que se este en el sitio de la obra y se descarga el material el residente supervisara que se haga con cuidado.

Se considera importante el control de salidas en almacén y el monitoreo de las cantidades reales de material por vivienda.

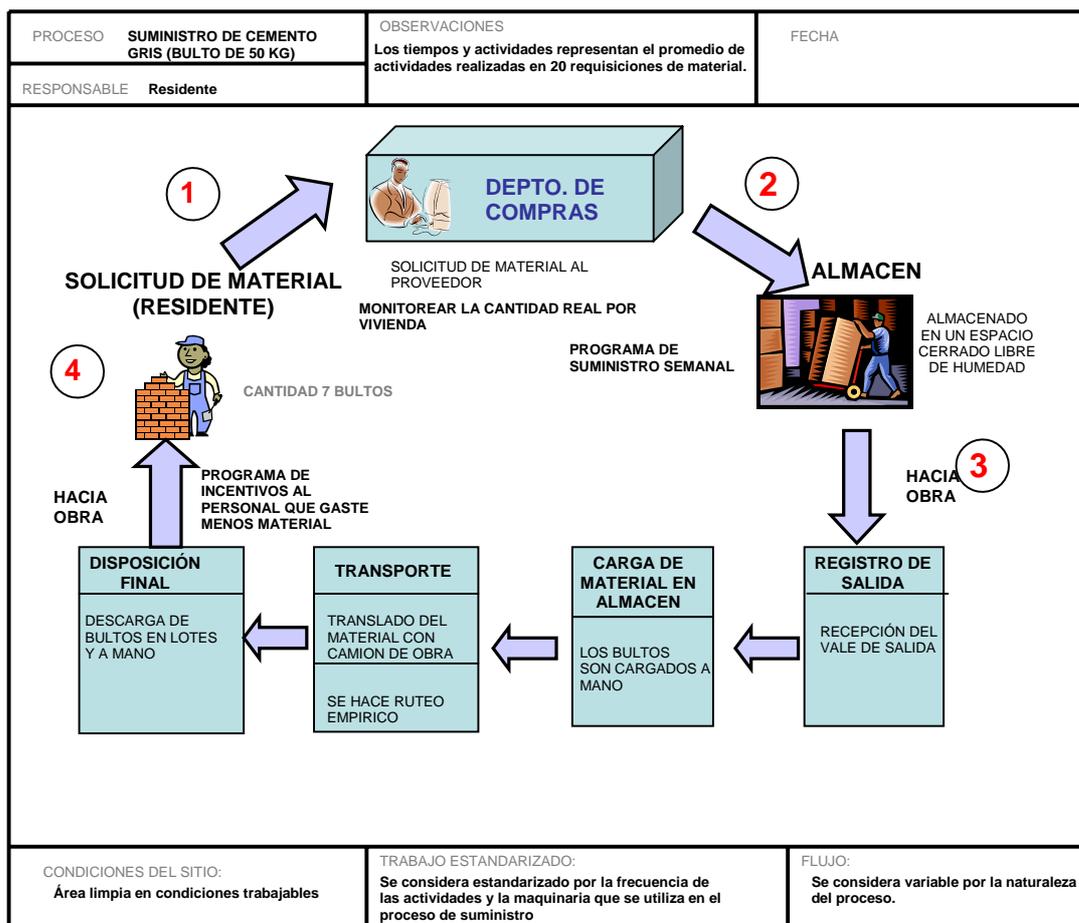
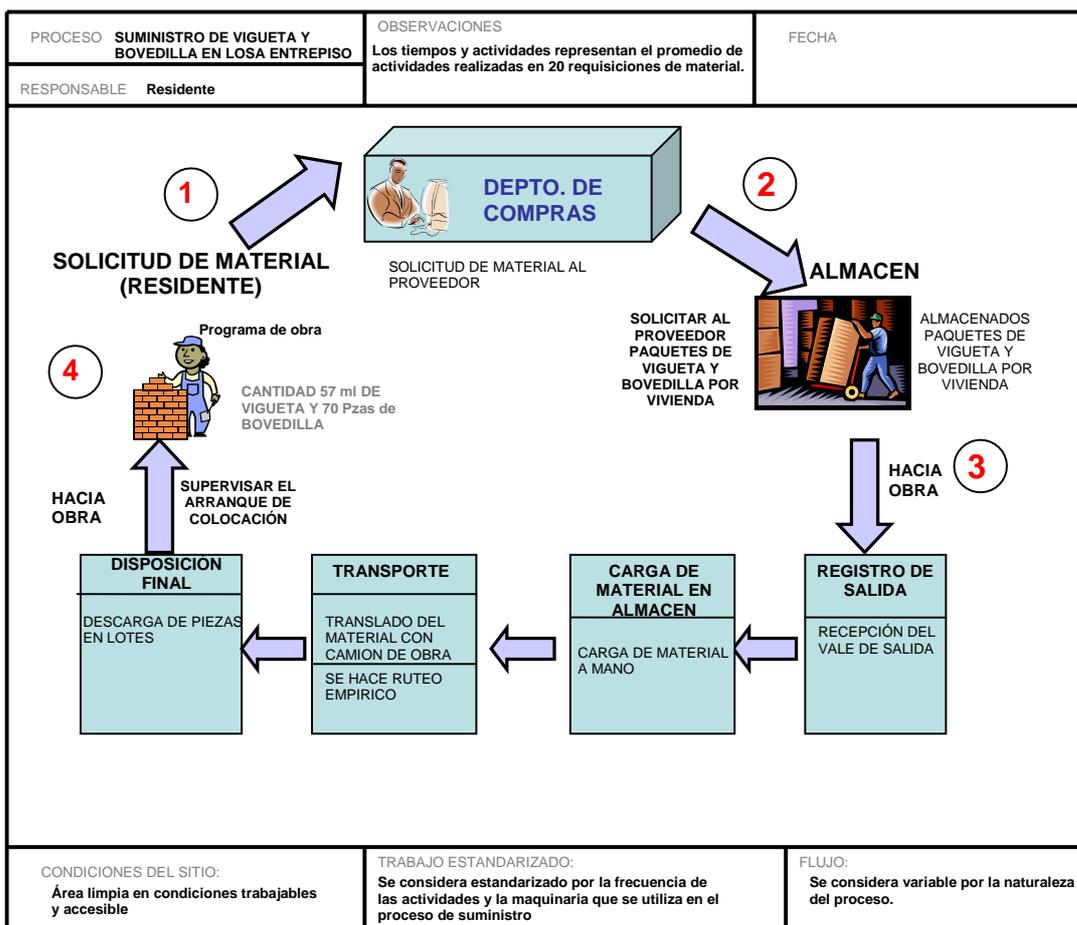


Fig. 6.11 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de cemento gris

### 3.-Vigueta y bovedilla

El proceso inicia cuando el residente revisa el programa de avance de obra y ubica las actividades a realizar y entrega vale de salida posteriormente el encargado de almacén revisa si la salida concuerda con su programa de suministro de materiales que elaboro previamente con el residente de obra, para posteriormente capturar la salida de almacén con el capturista, para esto en almacén se tienen paquetes de material para una vivienda el mismo que es cargado y trasladado al sitio de la obra, cabe señalar que previamente el residente realizo un ruteo para entregar varios paquetes de material en un solo viaje.

Con estas medidas el material llega en la cantidad adecuada, en el tiempo esperado y con la calidad necesaria para realizar la actividad.



CONDICIONES DEL SITIO:  
Área limpia en condiciones trabajables y accesible

TRABAJO ESTANDARIZADO:  
Se considera estandarizado por la frecuencia de las actividades y la maquinaria que se utiliza en el proceso de suministro

FLUJO:  
Se considera variable por la naturaleza del proceso.

Fig. 6.12 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de Vigueta y bovedilla

#### 4.-Block

Las modificaciones que se hicieron en el suministro de block están prácticamente enfocadas al control de este, se recomienda realizar un programa semanal de suministro. Una Observación muy importante que se obtuvo en la etapa anterior fue la gran cantidad de bloques tirados por toda la obra, por lo cual una actividad muy importante que se realizó en esta etapa fue la de concientizar al personal para que sea más ordenado y cuidadoso al momento de usar dicho material, se recomienda trabajar en conjunto construcción con el departamento de diseño para dimensionar las viviendas a manera de suministrar piezas exactas.

También se recomienda realizar un manual de políticas de recepción de materiales en almacén para evitar que el material no se reparta sin control. A continuación se muestra el mapa futuro del suministro de block:

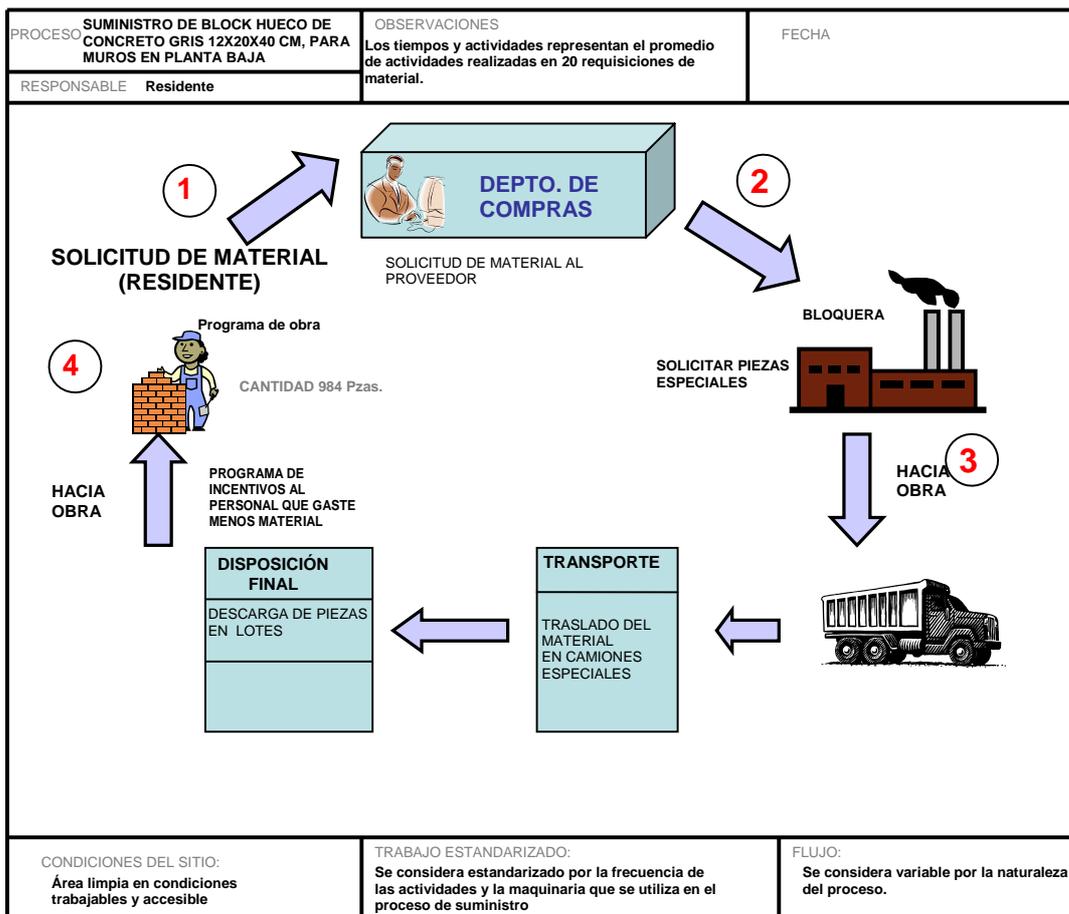


Fig. 6.13 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de Block

**5.-Varilla corrugada de 3/8 “, f`y = 4200**

En el suministro de este material en la etapa anterior no se encontraron consideraciones de importancia, solo se implemento una propuesta a los trabajadores de tener un mejor manejo y cuidado al momento de la colocación, que influirá en aumentar el valor del producto terminado, mediante un programa de incentivos a los que gasten menos material, sin sacrificar las especificaciones y dosificaciones especificadas en el proyecto.

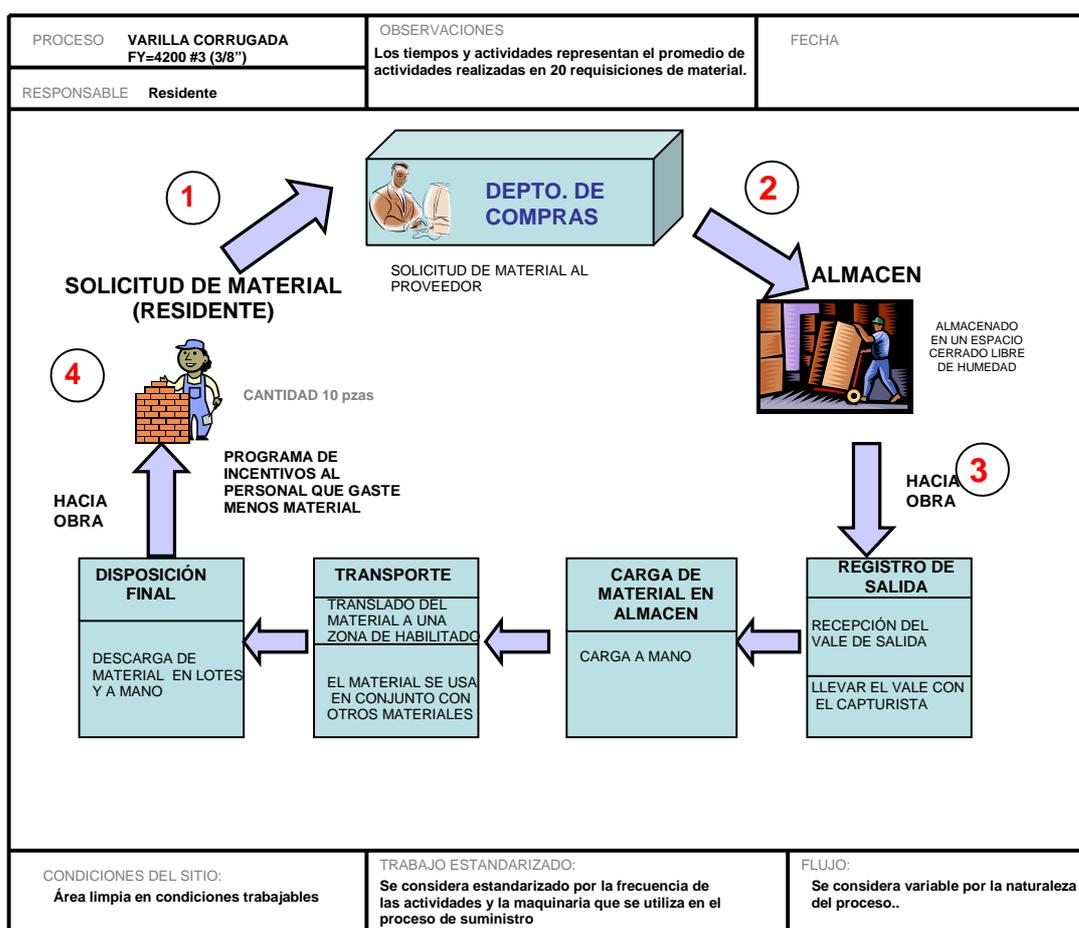


Fig. 6.14 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de varilla corrugada

6.-Armex 15x 20 - 4

En el suministro de este material en la etapa anterior no se encontraron consideraciones de importancia, solo se implemento una propuesta a los trabajadores de tener un mejor manejo y cuidado al momento de la colocación, que influirá en aumentar el valor del producto terminado.

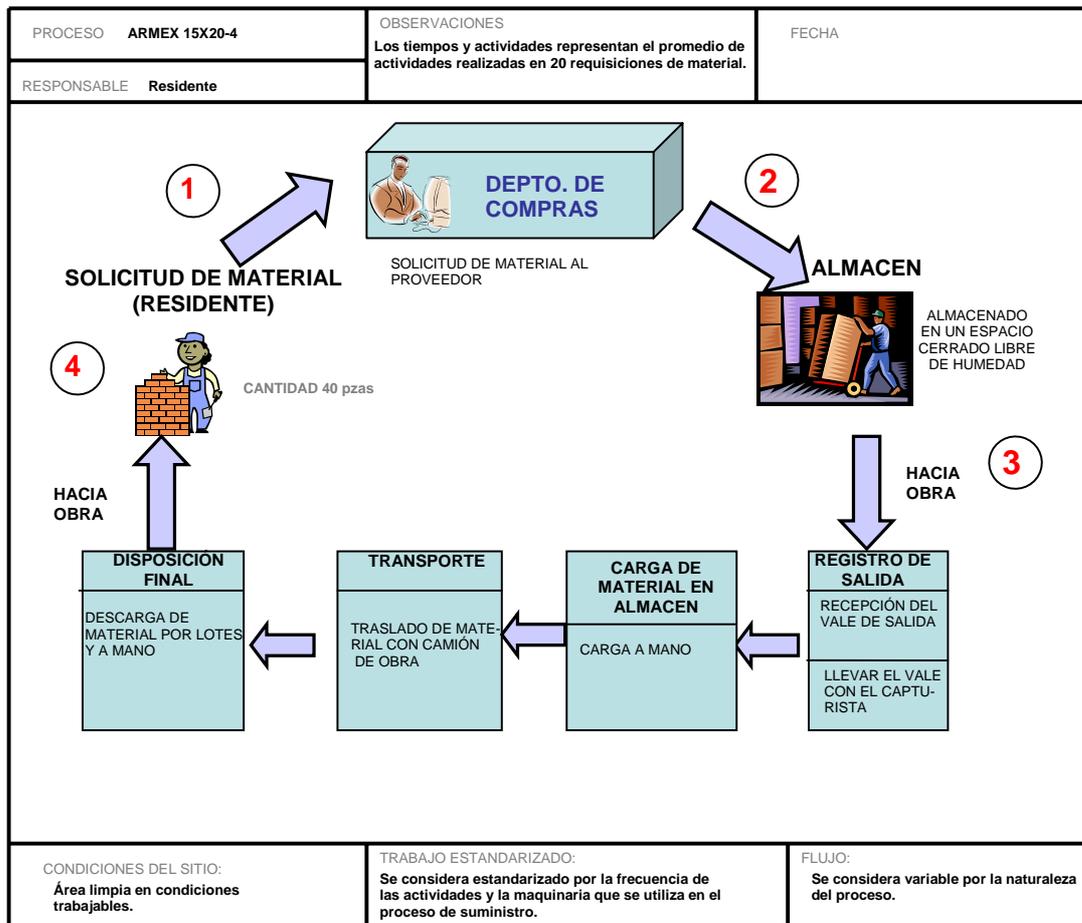


Fig. 6.15 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de Armex

### 7.-Piso Austin beige

El punto donde se observaron más deficiencias del suministro de este material es en la aplicación, la falta de conciencia del recurso humano, así como la falta de supervisión en el arranque de la colocación del piso provocan la instalación de muchos cortes de material.

Por otro lado una propuesta de consideración es analizar las dimensiones de las viviendas con el objetivo de reducir cortes, esto traerá como beneficio un ahorro de material y un valor agregado en cuando al aspecto estético de la vivienda.

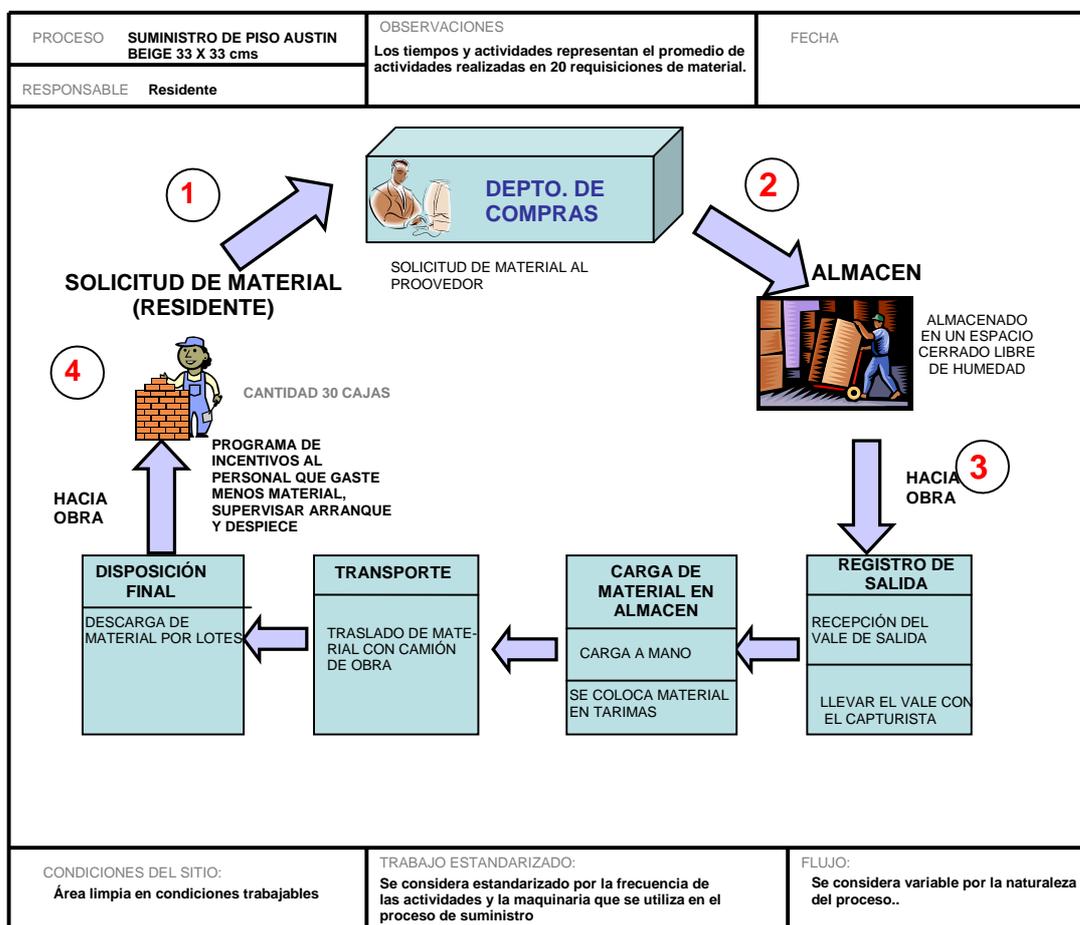


Fig. 6.16 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de Piso

8.-Yeso

En el suministro del yeso, la estrategia mas importante al igual que lo fue con el cemento será la concientización del recurso humano en el uso adecuado de las proporciones de material, se implementara un programa de incentivos a los trabajadores que gasten menos material sin descuidar la calidad del producto. También se pondrá especial cuidado al momento de cargar el material en el camión de almacén hacia obra esto lo tendrá que supervisar el almacenista, de igual manera al momento que se este en el sitio de la obra y se descarga el material el residente supervisara que se haga con cuidado.

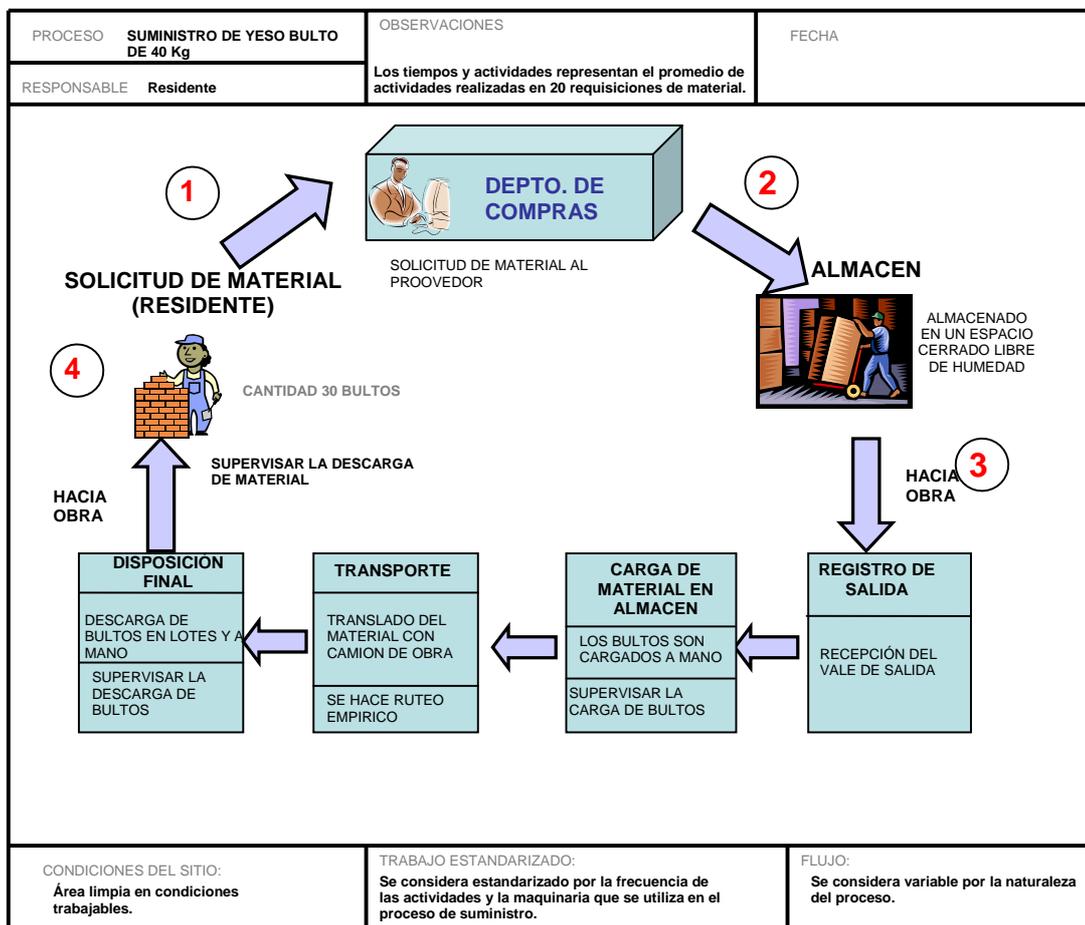


Fig. 6.17 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de Yeso

## 6.4 RESULTADOS

En esta investigación se verificaron los resultados que se obtuvieron al implementar dicha metodología, debido al factor tiempo no fue posible tomar en cuenta los tiempos del mapeo del estado futuro los cuales quedaran abiertos para una futura investigación.

El indicador de evaluación fue el ahorro en costo derivado de la disminución de las cantidades de material utilizadas por vivienda.

En la tabla que siguiente se muestra una comparación de los costos de cada material por vivienda antes y después de la implementación de la metodología.

TABLA DE ANALISIS DE MATERIALES									
#	Material	Unidad	Situación Actual			Meta Esperada			Ahorro
			Can.	PU	Importe	Cantidad	PU	Importe	
1	Concreto Premezclado F'c =200 Kg./cm2	M3	20.25	1037.18	21003.00	20.00	1037.18	20743.36	259.4
2	Cemento Gris (bulto de 50 Kg.)	TON	73.528	1804.11	13265.91	70.528	1804.11	12724.02	541.88
3	Vigueta y bovedilla	LOTE	1	11703.05	11703.05	1	11703.05	11703.05	0
4	Block #6 , H	PZA	3271	2.64	8653.81	3121	2.64	8239.44	414.37
5	Varilla corrugada de 1/2" f'y =4200	TON	0.8173	10395.65	8496.37	0.8173	10395.65	8496.37	0
6	Armex 15-20-4 x 6ml	PZA	70	87.096	6096.77	70	87.096	6096.77	0
7	Piso Austin Beige de 0,30x0,30 m.	M2	93	62.108	5776.08	90	62.108	5589.72	186.36
8	Yeso	BULTO	118	46.28	5461.2	115	46.28	5322.20	139.00

**AHORRO  
TOTAL=\$1541.01**

**AHORRO EN MATERIALES:**

- 1.-Concreto premezclado.- ahorro 0.25 m<sup>3</sup>
- 2.-Cemento Gris.- 6 sacos=300kg=0.3 Ton
- 3.-Vigueta y bovedilla.- 0
- 4.-Block.- 150 piezas
- 5.-Varilla corrugada.-0 ton
- 6.-Armex.-0
- 7.-Piso Austin.-3 m<sup>2</sup>
- 8.-Yeso.- 3 sacos=120 kg= 0.12 ton

Por lo cual tenemos una reducción de \$1541.01 por vivienda, si consideramos este ahorro para la segunda etapa y tercera etapa del proyecto que son 144 viviendas, se obtendría un ahorro de \$221,905.44.

**Conclusión**

Con los resultados obtenidos se puede apreciar que la metodología propuesta es redituable, además con el correcto manejo de las herramientas utilizadas en la Construcción sin pérdidas se obtendrán proyectos exitosos que incrementarán el valor del producto terminado, siendo esta una prioridad por parte de todos los consumidores de la industria de la construcción.

---

# 7

---

---

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

---

Una vez que se ha concluido con la aplicación de la metodología propuesta, podemos darnos cuenta de la viabilidad de la misma, así como la efectividad que puede tener en aplicaciones posteriores y los beneficios potenciales que ofrece.

De esta investigación se pueden concluir varios aspectos importantes que tienen relación directa con la industria de la construcción, se pueden considerar dos vertientes, por un lado, en la etapa de recolección de información podemos observar la diferencia que existe en el desarrollo de nuestra industria en comparación con la industria de manufactura. Se puede observar también, cómo las corrientes nuevas como Pensamiento Esbelto, Producción Esbelta y Mejora Continua se han ido adoptando poco a poco en la industria de la Construcción, surgiendo el concepto de Construcción sin Perdidas.

La Construcción sin Perdidas en nuestro país, prácticamente está en etapa embrionaria, sin embargo, es de esperar que el desarrollo se dé de manera exponencial, debido a los resultados vistos en las aplicaciones en proyectos anteriores y la tendencia de los constructores a utilizar prácticas de Calidad y Mejora Continua.

El termino Logística para muchos puede sonar como una practica muy complicada, pero como se puede observar en la aplicación de la metodología propuesta en esta investigación, basta con una buena programación de los recursos y del flujo, para estar realizando practicas de logística, si a esto le añadimos los principios del pensamiento esbelto, tendremos como resultado practicas de Logística esbelta teniendo como principal

objetivo entregar siempre el producto adecuado , en cantidades adecuadas y en el tiempo indicado, tanto para clientes internos y externos de la empresa.

La Administración de la Cadena de Valor es una herramienta que prácticamente se conceptualizó para la industria de Manufactura, sin embargo, el concepto en el cual se basa se adaptó para procesos de la industria de la construcción, observándose resultados muy alentadores. Si bien es cierto, esta investigación es el principio de una línea que apenas comienza y que está abierta para aquellas personas interesadas en el tema.

En la parte práctica de esta investigación, se busca ejemplificar el uso de la metodología propuesta basada en Logística Esbelta y Administración de la Cadena de Valor.

Como pudimos observar, la columna vertebral del análisis es el mapeo de los procesos, una técnica muy sencilla que nos permite analizar el flujo dentro de un proceso e identificar las zonas con deficiencias para su posterior mejora, esta técnica nos permite además de identificar el flujo, incrustar el factor tiempo para lograr un proceso estandarizado en cuando acciones y duraciones de las mismas.

Durante la aplicación de la metodología propuesta se observaron diferentes aspectos que quedaron fuera del alcance de esta investigación debido al limitante tiempo. En esta ocasión se analizó el proceso de suministro de materiales de almacén a obra, lo que nos hace inferir que sería muy viable realizar un análisis más profundo a la logística de distribución interna de material, la optimización de los medios de transporte y el análisis costo beneficio de la implementación de maquinaria más automatizada, así como también se recomienda analizar el proceso de compras de material, es decir, el flujo de las ordenes de compras y el flujo de material, del proveedor al almacén.

---

---

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

---

---

- Arellano Ramírez, Claudia, "Investigación Exploratoria de los Elementos que Intervienen en el Desarrollo de la Logística Esbelta en el Sector Automotriz".ITESM.2001.
- Ballow Ronald H., Logística Administración de la Cadena de Suministro, quinta edición.2004.
- Dejar, Donald L. "Employee Involvement Team, Member Manual". Ed QCI International, 1991,United States of America.
- Don Tapping, Tom Luyster y Tom Shuker (2002). *Value Stream Management*. New York, NY: Productivity Press.
- Gasca, José Manuel, "*Construcción sin perdidas (Lean Construction).Conceptos y aplicación en la construcción de vivienda de interés social*", Monterrey, 2000.
- Howell,G.and Ballard, G. "What Kind of Production is Construction". Proceedings 6<sup>th</sup> ann. Conf. International group for lean construction. Guarujá ,Sao Paulo, 1998.
- Igarashy,Ryo "sistemas de control visual" Productivity Press, 1993

- Imai, Masaaki, "Mejorando la Calidad, Kaizen". Ed Gestion y Control de Calidad S.A. 1990, Valencia.
- Kaufman (2001). *Implementing Win-Lean" SM Manufacturing. The Next Generation of Lean Manufacturing*. Kaufman Consulting Group White Paper.
- Koskela, Laury. "Application of the new Production Philosophy to construction". Technical report No. 72.CIFE. Stanford University, Stanford, CA.1992.
- Koskela Lauri , "Lean production in construction" VTT Building Technology, Espoo Finland (1993).
- Lo Russo Santoro Antonieta, Aplicación del Lean Manufacturing en las Pyme's, Tablero de comando, [ fecha de consulta: 2 de Septiembre 2006 ], Disponible en : <http://www.tablero-decomando.com>.
- Meng Khoong, Chang (editor). *Re-engineering in action. The quest for world class excellence*. Imperial college Press, 1998.
- Mentzer John, Dewitt William, Keebler James S."Defining Supply Chain Management". *Journal of Bussines Logistics*.2001.
- Mike Peterman (2001). *Lean Manufacturing and the quality quest*. Tooling & Production (Vol. 67. No 4).
- Omachonu, Vincent, "*Principios de la Calidad Total*, Diana, México, D.F., 1995
- Sashkin, Marshal; Kiser, Kenneth J "Putting Total quality management to Work" Berret-Koehler Publishers. San Francisco,1993
- Tajiri, masaji; gotoh, fumio. "TPM implementation, a Japanese Approach".
- Ed. Mc Graw Hill 1992, New York

- Womack James P., Daniel T. Jones (1996). *Lean Thinking*. U.S.A: Simon & Schuster.
- Womack James P., Daniel T. Jones (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, NY: Simon and Schuster.