

## Diseño de logística esbelta utilizando la herramienta kaizen en una empresa de suplementos alimenticios

Ing. Yurixi Guadalupe Meza Hernández<sup>1</sup>, Dra. Elsie Noemí Olvera Pérez<sup>2</sup>, Mtro. José Luis Díaz González<sup>3</sup>, Mtra. Claudia Castillo Cruz<sup>4</sup>

**Resumen:** El presente trabajo de investigación se fundamenta en la implementación de logística esbelta basada en los principios Kaizen y la eliminación de desperdicios y tareas que no agregan valor. Para resolver la problemática se realizó el análisis físico de los contenedores Gally y conos de dos líneas seleccionadas como muestra, el monitoreo diario durante 15 días del desperdicio de polvo, el apoyo documental y cotizaciones externas, se logró la mejora mediante el rediseño del cono y reparación de los equipos actuales. La investigación se divide en cuatro tipos: exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa. Para efectos de este estudio interesa conocer las cualidades de la investigación exploratoria; esta se origina “cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado” (Hernández, Fernández & Baptista, 2010), el tema de la problemática seleccionada nunca ha sido abordado.

**Palabras clave:** logística esbelta, kaizen, desperdicio, mezcla, rediseño.

### Introducción

La empresa del giro industrial y directamente del sector alimenticio se dedica a la producción de suplementos alimenticios, bebidas carbonatadas, y maquilas de productos en lata. Cuenta con 41 productos diferentes, aunque algunos de ellos con varias presentaciones en cuanto a tamaño, hidratantes, nutrición a tu medida, nutrición ligera, rendimiento y deporte, son las 4 categorías que se forman con esto productos. Cuenta con 3 áreas productivas, polvos, líquidos y plásticos. La problemática se suscita en el área de producción polvos, siendo el departamento encargado de formular y envasar todos los productos en presentación en polvo, que van desde productos en sobre, bolsa, bote o lata de cartón. Los productos son distribuidos y programados de acuerdo a las capacidades y diseño de las máquinas. El área cuenta con ocho máquinas, representando cinco modelos con características de dosificado diferentes. El principal problema corresponde al desperdicio de merma, medido a través del porcentaje del total de los recursos materiales empleados. Los materiales se clasifican como **Materia Prima** y **material de empaque**. La materia prima compone todos los ingredientes necesarios para dar vida a la composición tanto física como química del producto a envasar o formar (para el caso de productos plásticos), dependiendo en gran medida del área productiva. Si los materiales son destinados al área de Polvos y plásticos, el resultado de la combinación de estos ingredientes general como producto **Mezcla**, y si el destino es el área de líquidos lo que se obtiene como producto final es un **Jarabe**.

En la tabla 1 se muestra el porcentaje de merma generado en ocho meses y lo que representa en pérdidas monetarias para el departamento. Es importante destacar que por cada 1.51% de porcentaje de merma, se pierden \$100,000.00 por línea. Los datos seleccionados y presentados muestran la conversión para el desperdicio de merma, calculado para las 8 líneas de producción.

La tabla 2 y el gráfico de barras 1 concentran el total de merma obtenido, proyectando el desperdicio en una o unidad o lo que es lo mismo, como un 100%. Se observa que del 100% de la merma el 68.20% es por mezcla y el 31.80% por material de empaque. También se deja asentado que el porcentaje mayor de merma se genera por desperdicio de mezcla.

<sup>1</sup> Yurixi Guadalupe Meza Hernández, Ingeniero Industrial, Egresada de la Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. [july\\_mezahernandez@hotmail.com](mailto:july_mezahernandez@hotmail.com)

<sup>2</sup> Elsie Noemí Olvera Pérez, Doctorado en Ingeniería Industrial. Docente de la Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. [noemi.olvera@academicos.udg.mx](mailto:noemi.olvera@academicos.udg.mx) (Autor corresponsal)

<sup>3</sup> José Luis Díaz González, MASI. Docente de la Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. [josel.diazg@academicos.udg.mx](mailto:josel.diazg@academicos.udg.mx)

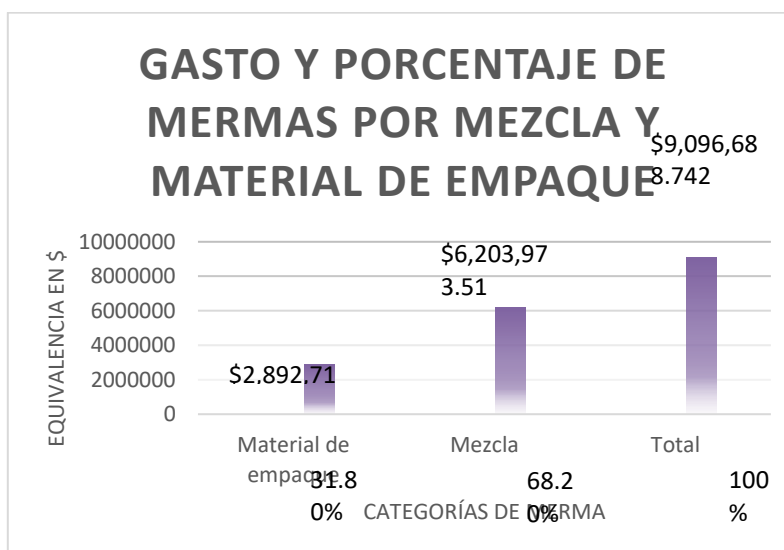
<sup>4</sup> Claudia Castillo Cruz, MDEC. Docente de la Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. [claudia.cruz@academicos.udg.mx](mailto:claudia.cruz@academicos.udg.mx)

Tabla 1. Porcentaje de merma y pérdidas monetarias. Fuente: Elaboración propia.

Datos clave	
% Desperdicio merma	Equivalencia \$
1.51	100,000* por línea.

Tabla 2. Porcentaje de merma y material de empaque. Fuente: Elaboración propia.

Periodo Enero-Agosto 2017		
Desperdicio	Porcentaje total	Equivalencia \$ acumulada
Mezcla	68.20%	6,203,973.51
Material de empaque	31.80%	2,892,715.232
Total	100.00%	9,096,688.742



Gráfica 1. Gasto por mermas material de empaque y mezcla. Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados obtenidos, se concluye tomar como enfoque de mejora el reducir la cantidad de merma por mezcla que se genera en el área de polvos, se determina importante atacar el problema donde se genera la “primera” del proceso, correspondiente al vaciado de la mezcla al conducto de la máquina a través de los contenedores Gallay.

Los contenedores Gallay son de acero inoxidable, cuya función es suministrar polvo a las líneas de producción. Estos contenedores cuentan con una compuerta interna que permanece cerrada hasta ser montado sobre la línea en la que se va a producir. La problemática reside en que el producto se escapa por la unión que se genera entre el contenedor y el conducto de suministro de la línea, al no existir un cierre totalmente hermético. Las fugas por polvo ocasionadas por dicha condición generan hasta 20 kilogramos de desperdicio de polvo por cada lote de producción fabricado (ilustración 1), de ahí la importancia de generar acciones de mejora para contrarrestar dicha condición. La problemática se divide en 3 partes:

**Diseño del equipo:** El acoplamiento del contenedor y el tubo dosificador se encuentra de forma paralela y, además el sello (empaque) no contiene por completo el derrame de polvo, ilustración 2.

**Empaque:** La rigidez y el diámetro no coinciden con la geometría de los acoplamientos.

**Operación:** Los operadores no cuentan con la misma habilidad para realizar el vaciado y colocación exacta del contenedor sobre el conducto de suministro, provocando daños en el empaque y en consiguiente que pierda su función, la de contener derrames de polvo.



Ilustración 1. Merma generada al término del lote de producción.

De acuerdo a los informes de desviaciones mensuales generados por el departamento de ingeniería de costos, se observa en el diagnóstico inicial que Polvos es el área que ofrece mayores ingresos a la empresa al participar con el 70% de los ingresos totales.



Ilustración 2. Cono y empaque dañados.

La logística esbelta al tener un enfoque basado en la eliminación de desperdicios y tareas que no agregan valor a la cadena productiva es una arma flexible que combina las herramientas “Lean” de la manufactura con el trato adecuado de los flujos de producción, lo que la convierte en una llave sencilla y fácil de aplicar cuando se tienen problemas de desperdicio por un mal manejo de materiales o deficiencias de carácter operativo que desencadenan en pérdidas para la empresa, tal como sucede en el desperdicio de mezcla detectado en el diagnóstico inicial.

Es por ello, que el enfoque de investigación y aplicación de la logística esbelta, para este caso, descarga su aplicación en la herramienta de manufactura Kaizen, como fundamento de mejora, buscando erradicar en la medida de lo posible el derrame de polvo en el proceso de vaciado mediante la reparación y reforzamiento del acoplamiento entre los contenedores Gallay y el conducto de suministro de polvo a las líneas; esto va contribuyendo en el ahorro de mezcla y en consiguiente, aportando mejoras en la logística en planta, eliminando actividades innecesarias y requeridas actualmente para darle el destino final a todo el polvo desperdiciado en las tareas habituales del vaciado.

En resumen, los beneficios de aplicar manufactura esbelta basada mayormente en el Kaizen darán como resultado: la eliminación de desperdicio de materiales, aumento en el volumen de producción al convertir el polvo que actualmente se desperdicia en producto final, aumento en las ganancias de la empresa, y finalmente la eliminación de actividades que no agregan valor. Esto simplificará las operaciones y actividades de los operadores, el objetivo principal de la logística esbelta. La logística esbelta es aquella que permite disminuir los desperdicios de tiempo, materiales y procesos y obtener las condiciones de máxima utilización de los recursos de las empresas (Martichenko, 2009). Los principales objetivos de la logística esbelta son: reducción de costos mediante la disminución de inventarios, integración de todas las partes de la cadena de suministro y mejora continua (Kaizen).

La logística esbelta se puede interpretar como: *Delgado o libre de desperdicios*, aminorando costos y haciendo más con menos, es decir, siendo más productivos. Imai (2010) comenta que kaizen tiene sus bases sobre una idea simple: mejoramiento progresivo que involucra a todos a través de pequeños aportes, lo que en concreto significa que nadie queda fuera: todos son capaces de aportar una nueva idea o forma de llevar a cabo un proceso para mejorar los resultados.

### Metodología

Para efectos de este estudio, se interesa conocer las cualidades de la investigación exploratoria, ya que el tema de la problemática seleccionada nunca ha sido abordado.



El trabajo de investigación se basa exclusivamente en el enfoque cuantitativo, que permite un análisis a través de datos duros y tratables.


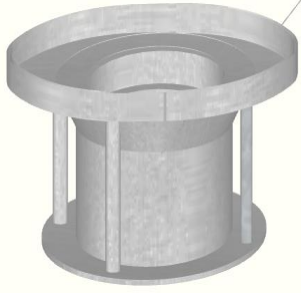
La justificación de emplear dicha línea radica en el impacto que tienen los indicadores de productividad en la empresa, que si bien, se utilizan para medir el desempeño y aprovechamiento de los recursos materiales, también se emplean como punto de partida para encaminar esfuerzos de mejora, y mediante modelos y estudios basados en datos, concretarlos. Es importante interpretar el comportamiento de los indicadores para conseguir los objetivos planteados.

### Desarrollo

El principio como tal del Kaizen se basa en pequeñas mejoras pero continuas, que ligadas poco a poco reflejen resultados ya sea en la optimización de tiempo, dinero, espacio o cualquier beneficio esperado. Para efectos de esta investigación, las mejoras Kaizen se enfocan en eliminar desperdicios, atacando la “*Muda*” por su traducción del japonés. Enfocado entonces al ahorro de polvo por el desperdicio generado por el mal acoplamiento del contenedor y el cono del conducto de la máquina, se planean las acciones de intervención en la tabla 3 de la siguiente forma:

Tabla 3. Acciones de intervención para mejorar el acoplamiento. Fuente: Elaboración propia.

Acciones de intervención	Justificación
<p>Reparar el daño causado a los conos por el golpe generado por las maniobras al momento de centrar el contenedor.</p> 	<p>La reparación es necesaria, sobre todo en la base superior/plato y muesca del cono, para evitar que el polvo fugue por los huecos que se forman producto de los golpes y desgaste.</p> <p>Los relieves que se forman sobre la base propician que el empaque no selle correctamente y la boca del contenedor no siente sobre el mismo empaque de manera uniforme, propiciando también, fugas por dicha condición.</p>
<p>Cambiar los empaques dañados por el desgaste natural y maniobras de vaciado de polvo</p> 	<p>Los mordiscos y pequeños pedazos faltantes sobre todo en los bordes del empaque son fuente de fuga, ya que el grano de polvo al ser tan pequeño y la presión que ejerce el mismo peso de polvo, provoca que este salga por las pequeñas fisuras y huecos que se forman. El polvo que emana se queda estancado sobre las paredes y muesca del cono, pero al encontrarse dañadas, lejos de contenedor el polvo este sale completamente hasta llegar al piso, y ese polvo ya no es recuperable.</p>
<p>Establecer utillajes de referencia para lograr que el operador centre el contenedor sin necesidad de maniobra</p>	<p>La finalidad es colocar ángulos de nylon en cada una de las esquinas entre la base que resiste el contenedor (la base se encuentra fija) y los soportes (patas) del contenedor, de modo que se forme el espacio justo que ocuparán los soportes del contenedor (servirán como barreras de contención y el contenedor siempre será colocado en la misma posición). Punto importante será centrar correctamente el cono con la tolva de la máquina y partir de esa posición para hacer los ajustes necesarios.</p> <p>Los tornillos que fijan el cono al piso serán la herramienta que mantenga el cono centrado y en la misma posición. Los puntos amarillos indican el lugar que ocupan los tornillos.</p>

	
<p>Integrar soportes debajo de cono para evitar que este se doble por el peso generado por el polvo</p> 	<p>Se considera necesario colocar 4 soportes que vayan de la base que fija el cono al piso hasta la base/plato que soporta el empaque y embona con el contenedor. Su función será darle mayor soporte a la base superior para evitar que con la fatiga tienda a deformarse y generan relieves en la superficie y paredes. Los soportes planeados cubrirán un diámetro de una pulgada.</p>
<p>Fijar adecuadamente los tornillos que soportan el cono para lograr que el centro del cono siempre ocupe la misma posición</p>	<p>Ligado con la forma de centrar el cono. Deberán establecerse las posiciones que ocupará cada uno permitiendo que el cono quede lo más centrado posible con respecto a la tolva.</p>
<p>Informar y capacitar al personal de los cambios para ser aplicados y aprovechados correctamente</p>	<p>Transmitir la información de los cambios es lo más esencial para que surtan efecto. Por ello la importancia de comunicar a todos los involucrados la mejora y la forma en la que debe aplicarse, ya que los operadores son los que a través de las nuevas indicaciones harán que la mejora realmente se cumpla.</p>

En el diagrama 1 se muestra el plan de eventos Kaizen: se realizarán 4. Los primeros 3 se realizarán para lograr los mejores resultados en cada progreso de la implementación y el cuarto evento para el consenso de los resultados y la retroalimentación. Cabe hacer mención que en primera instancia se tomará en cuenta el diagnóstico, monitoreo de merma, análisis y la cotización de los materiales, servicio y mano de obra, todos esos puntos son previos a los cambios.

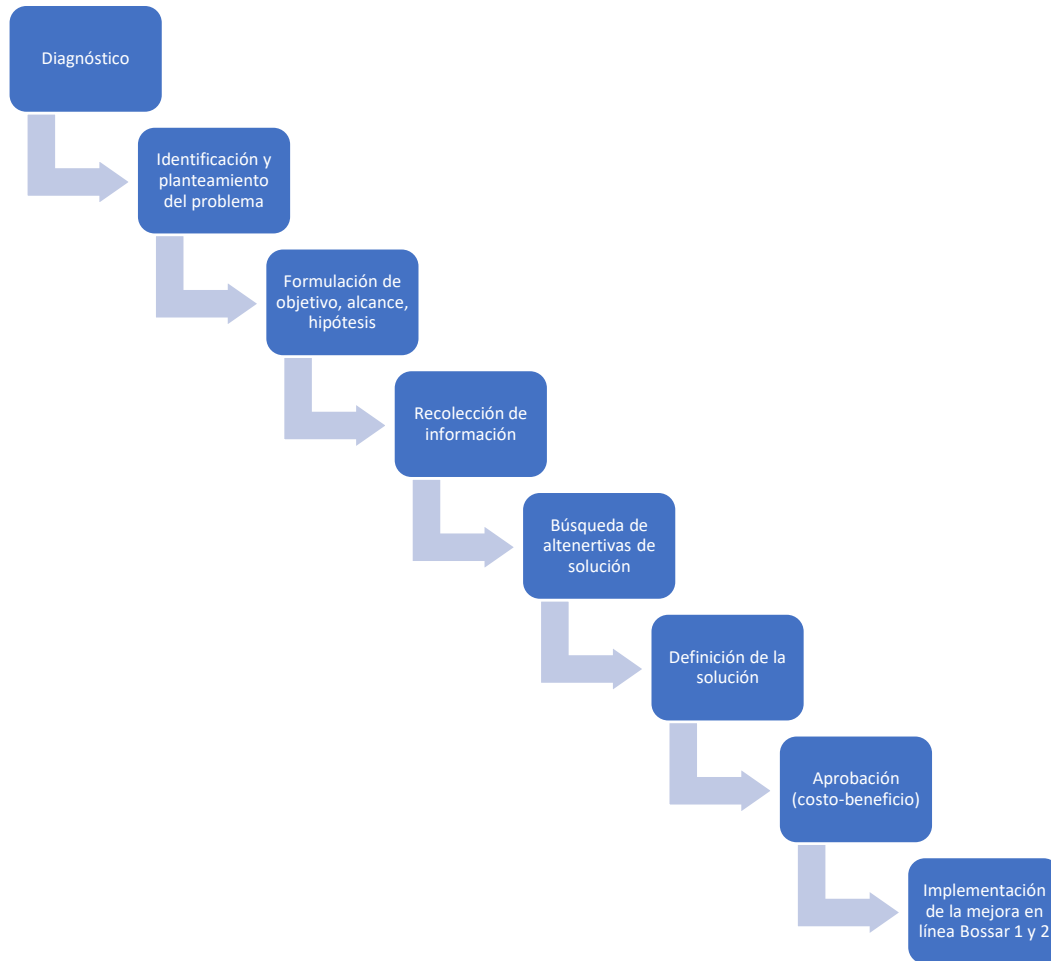


Diagrama 1. Cronograma de eventos. Fuente: Elaboración propia.

### Análisis

En la tabla 4 se reúnen los datos de la inversión por línea: con las estimaciones realizadas, la reparación por línea tendría un costo de inversión de \$39,130.00, lo que proyectado a las 8 líneas de producción representa una inversión por \$313,040.00.

Tabla 4. Pérdida y Ganancia de la merma generada en las líneas piloto. Fuente: Elaboración propia.

COSTOS TOTALES				
CONCEPTO	CANTIDAD	U/M	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Reparación del acoplamiento	1	Servicio	\$ 35,700.00	\$ 35,700.00
Reforzamiento del cono	1	Servicio	\$ 60.00	\$ 60.00
Tornillo para sujeción	4	Pieza	\$ 200.00	\$ 800.00
Soportes	4	Pieza	\$ 200.00	\$ 800.00
Empaque Terminado Sanitario	1	Pieza	\$ 1,150.00	\$ 1,150.00
Barra Naylamid	1	Pieza	\$ 620.00	\$ 620.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 39,130.00</b>



Como se puede observar en la tabla 5, se concentran las mermas obtenidas durante las semanas 37 y 38 del año, y se observa una pérdida de merma por la condición del acoplamiento de 60 kilogramos, esta cantidad representada en dinero y porcentaje corresponde a las siguientes cifras.

Tabla 5. Pérdida y Ganancia de la merma generada en las líneas piloto. Fuente: Elaboración propia.

Cantidad	Equivalencia en \$	Equivalencia en %
60 kg de merma	\$14,577.20	0.15%.
60 kg de producto	\$42,720.00	0.15%.

Aparentemente el 0.15% no representa nada por lo pequeña que es la cifra, pero si ese porcentaje de merma se convierte en producto terminado la situación cambia, puesto que en lugar de perderse **\$14,577.20** se ganarían **\$42,720.00** solo en una línea de producción (con base en el monitoreo aplicado en las dos semanas antes mencionadas). Los datos descritos anteriormente son observables en las tablas 6 y 7.

Tabla 6. Pérdida económica por merma. Fuente: Elaboración propia.

Pérdidas de mezcla por derrame de polvo				
Producto	Cantidad Merma	U/M	Costo por kilogramo	TOTAL
Mezcla Fibra PS	16	KG	\$ 320.30	\$ 5,124.80
Mezcla OHL	12	KG	\$ 395.70	\$ 4,748.40
Mezcla PM BR	6	KG	\$ 392.00	\$ 2,352.00
Mezcla Hidratante Piña	6	KG	\$ 392.00	\$ 2,352.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 14,577.20</b>

Al tomarse una única muestra para realizar los cálculos, la muestra puede ser o no certera, por lo que para estimar el porcentaje de error se emplea la siguiente fórmula estadística

$$e_{\mu \text{ muestral}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Donde n=10,789 kg (dato obtenido de la tabla 14 donde se suman todos los kilogramos utilizados entre la semana 37 y 38 en las líneas Bossar 1 y Bossar 2). La desviación estándar se calcula a partir de

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum [(xi - x)]^2}{n}}$$

Tabla 7. Ganancia económica de evitarse la merma. Fuente: Elaboración propia.

Merma convertida en Producto Terminado					
Producto	Merma (kg) a convertir en PT	Kilogramos por Caple	Caples PT	Precio x Caple	Total
Mezcla Fibra PS	16	0.450	35.55	\$ 460.00	\$ 16,353
Mezcla OHL	12	0.360	33.33	\$ 420.00	\$ 13,999
Mezcla PM BR	6	0.300	20	\$ 420.00	\$ 8,400
Mezcla Hidratante Piña	6	0.650	9.23	\$ 430.00	\$ 3,968
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 42,720</b>

Donde  $x_i$  representa la merma generada en los lotes de producción (ver tabla 14) y  $\bar{x}$  representa la media, en este caso 10, obtenido del promedio de merma (ver tabla 14).  
 Con base en los datos señalados, se calcula primeramente la desviación estándar.  
 Cálculo desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum [(16-10)^2 + (12-10)^2 + (6-10)^2 + (6-10)^2]}{10,789}} = 0.08169$$

Cálculo del error estándar

$$e_{\mu \text{ muestral}} = \frac{0.08169}{\sqrt{10,789}}$$

$$e_{\mu \text{ muestral}} = 0.07\%$$

Como se puede observar el error es prácticamente nulo porque la muestra tomada es muy grande con relación a la población total, que asciende a 172,251 kilogramos de mezcla por las 8 líneas de producción durante las semanas muestreadas. La tabla 8 concentra los gastos y ganancias calculados a un año de realizarse los cambios.

Tabla 8. Proyección de inversión y ganancia a 1 año para las 8 líneas de producción. Fuente: Elaboración propia.

MESES A PAGAR	MESES RESTANTES	GANANCIA POR LINEA	GANANCIA ANUAL 8 LINEAS
2	10	\$ 22,628.52	\$ 1,810,281.60

### Conclusiones

El problema resultó con alto impacto en cuanto a pérdidas económicas más que en lo respectivo a cantidad, aspectos que orillaron a tomar como principio de mejora la logística esbelta, fundamentando principalmente los cambios en la herramienta Kaizen, originando cambios simples pero significativos. La importancia de la metodología Kaizen radica en los pequeños cambios pero constantes; partiendo de esta directriz es que se planean los cambios de las líneas mes a mes, de modo que no se perciba impacto o desajuste económico por la inversión, sino que los ahorros reflejados en las líneas renovadas permitan cubrir los costos de las líneas a mejorar.

Finalmente, la delicada y precisa ejecución de los cambios y la correcta capacitación de los operadores, serán la clave para llevar a buen término el objetivo general planteado, aprovechando las ventajas de Kaizen al procurar la mejora continua y sobre todo, cuidando el material más importante y costoso del área, así como eliminando actividades de logística para darle disposición final al desperdicio que actualmente se genera.

### Referencias

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *“Metodología de la investigación”*. México, D.F.: Mc Graw Hill. (Quinta ed.).
- Imai, M. (2010). *“KAIZEN, la clave de la ventaja competitiva japonesa”*, México: Patria
- Martichenko, R. (2009). Lean Logistics-Understanding. Consultado en: <http://www.ltdmgt.com/mag/understanding-lean-logistics.htm>
- Pértegas, S., & Pita, S. (2002). *“Investigación cuantitativa y cualitativa”* CAD ATEN PRIMARIA, pág. 76-78. Recuperado el 17 de septiembre de 2017 de [http://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti\\_cuali/cuanti\\_cuali.asp](http://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali.asp).