

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

“Propuesta de Mejora para el proceso de envasado de GLP en tanques de 15 Kg. mediante la aplicación de la Metodología Seis Sigma.”

95103

Mayra Vizcaíno Guzmán

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniería Industrial

Quito, marzo 2010

USFG - BIBLIOTECA	
D. Flozora	
15-05-26	
26 MAYO 2010	0 2316

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio Politécnico

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

“Propuesta de Mejora para el proceso de envasado de GLP en tanques de 15 Kg. mediante la aplicación de la Metodología Seis Sigma.”

Mayra Vizcaíno Guzmán

Verónica León, Ing. Industrial
Director de Tesis y
Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdova, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

Daniel Merchán, Ing. Industrial
Miembro del Comité de Tesis

Fernando Romo, M.Sc.
Decano del Colegio Politécnico

© Derechos de autor
Mayra Vizcaíno Guzmán
2010

DEDICATORIA

A mis padres que con su constante apoyo, dedicación, amor y paciencia me han acompañado en este proceso evolutivo, y quienes con su ejemplo permitieron lograr mis ideales.

A mis hermanas: Verónica y Guissella cómplices de aventuras, confidentes de problemas, su infinita amistad en tiempos difíciles se ven hoy reflejados en la consecución de mis proyectos.

A mi angelito Josué, a ti te entrego mi esfuerzo concluido y estoy segura de que a lo largo de tu vida te sentirás orgulloso de la finalización de mi carrera.

AGRADECIMIENTO

A Dios por todo el amor y bendiciones que recibo a diario, a la Santísima Virgen por su cuidado y protección, sin ellos mi realización no podría ser posible.

A mi familia, apoyo incondicional en mi vida. Su infinito amor ha permitido la realización de todos mis proyectos.

A Ximena Córdova, Patricio Cisneros, por todos los conocimientos recibidos para mi formación personal y profesional.

A Verónica León, Andrés Ribadeneira por todo su apoyo y aporte en la realización de este proyecto.

A todos mis amigos y familiares los tiempos compartidos han formado maravillosas experiencias con enseñanzas únicas.

RESUMEN

El presente proyecto se llevó a cabo en la Planta Envasadora Repsol-Duragas ubicada en la parroquia de Pifo Km. 15 vía Sangolquí para el proceso de envasado de Gas Licuado de Petróleo GLP de uso doméstico en tanques de 15 Kg., esta Organización pertenece a una Transnacional, sus operaciones se realizan durante seis días a la semana, con dos turnos por día.

La Herramienta de Calidad utilizada fue: Seis Sigma en base al Sistema de Mejora DMAIC, del cual únicamente se han realizado las tres primeras fases: Definir, Medir y Analizar.

El proceso de envasado de GLP en tanques de uso doméstico de 15 Kg. es un proceso semiautomático. Alrededor del 1.8 % de la producción mensual son productos defectuosos debido a que no cumplen con las especificaciones de calidad para salir hacia el consumidor final. A lo largo del presente trabajo se detallan y analizan las posibles causas encontradas que producen dicha variación y se proponen soluciones que permitan disminuir el costo que los productos defectuosos ocasionan a la organización.

En todo este proceso la colaboración y participación del personal ha sido clave para la comprensión y solución de problemas.

Al final se presenta un cronograma de implantación con las soluciones encontradas que facilitará la consecución de las mismas.

ABSTRACT

This project was carried out at the packing plant Repsol-Duragas located in the parish of Pifo Sangolquí Km 15 route to the packaging process of Liquefied Petroleum Gas GLP tanks for domestic use at 15 kg, this organization belongs to a transnational corporation, its operations are conducted six days a week with two shifts per day.

The tool was used Quality: Six Sigma based on DMAIC Improvement System, which has been made only the first three phases: Define, Measure and Analyze.

The process of filling LPG tanks for domestic use of 15 kg is a semiautomatic process. About 1.8% of the monthly production is due to defective products that do not meet quality specifications to leave for the end consumer. Throughout this work are detailed and analyzed the possible causes that produce such variation encountered and suggests solutions to reduce the cost of defective products cause to the organization.

Throughout this process, collaboration and staff involvement has been key to understanding and solving problems.

In the end he presents an implementation schedule with the solutions that will better achieve the same

TABLA DE CONTENIDOS

Lista de Tablas	x
1. MARCO TEÓRICO	2
1.1 Origen e Historia de la Metodología a Seis Sigma	2
1.2 Definición y Filosofía Seis Sigma	3
1.3 Base Estadística de la Metodología Seis Sigma (6σ)	5
1.4 Sistema de Mejora DMAIC	9
1.4.1 Etapa Definir	9
1.4.2 Etapa Medir	9
1.4.3 Etapa Analizar	11
1.4.5 Etapas Implementar y Controlar	11
1.5 Herramientas del Sistema de mejora DMAIC	14
2. ETAPA DEFINIR	24
2.1 Objetivos etapa definir	24
2.2 Historia de la Empresa	24
2.2.1 Planificación Estratégica de la Empresa	25
2.2.1.1 Misión	25
2.2.1.2 Visión	25
2.2.1.3 Tipos de productos y servicios	25
2.2.1.4 Capacidad de la Empresa	26
2.3 Organigrama	26
2.4 Descripción de los Procesos	27
2.4.1 Mapa de Procesos Nivel 0	27
2.4.2 Mapa de Procesos Nivel 1	29
2.5 Proceso de Envasado	29
2.5.1 Diagrama de flujo de operaciones	29
2.5.1.1 Datos informativos del proceso	30
2.5.1.2 Límites del proceso	30
2.5.1.3 Objetivos del proceso	30
2.5.2 Fases del Proceso	32
2.5.3 Definiciones de actividades del proceso de envasado	32
2.5.3.1 Descarga de cilindros	35
2.5.3.2 Enderezado de Asa	35
2.5.3.3 Tabulado	35
2.5.3.4 Carrusel de llenado	35
2.5.3.5 Repesado	36
2.5.3.6 Detección de fugas	37
2.5.3.7 Colocación de sellos de seguridad	37
2.5.3.8 Carga de cilindros	38
2.6 Análisis de Valor Agregado AVA	38
2.7 Equipo Definir	39
2.7.1 Miembros del Equipo Definir	39

2.7.2 Divisiones involucradas	40
2.7.3 Equipo de trabajo	40
2.7.4 Alcance Etapa Definir.....	40
2.8 Aplicación de herramientas del sistema DMAIC	40
2.8.1 Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas)	40
2.8.2 Diagrama de afinidad.....	41
2.8.3 Diagrama de interrelación.....	42
2.8.4 Contestación a las 4 W's y 1 H.....	44
2.9 Declaración del problema	44
3. ETAPA MEDIR.....	46
3.1 Objetivos Etapa Medir	46
3.2 Información Etapa Medir.....	46
3.3 Ejecución de las mediciones	48
3.4 Medición de las Pérdidas Financieras Planta Pifo.....	52
3.5 DPMO del proceso y nivel Sigma	53
3.6 Análisis de las mediciones.....	54
4. FASE ANALIZAR	56
4.1 Objetivos Etapa Analizar	56
4.2 Equipo Etapa Analizar	56
4.3 Aplicación de Herramientas del Sistema DMAIC.....	56
4.3 Análisis Carrusel, Personal y Proveedores.....	59
4.3.1 Análisis Carrusel.....	60
4.3.1.1 Flujograma del proceso de llenado de GLP.....	61
4.3.2 Análisis Fallas Humanas.....	68
4.3.3 Análisis Proveedores.....	73
5. ETAPA MEJORAR Y CONTROLAR.....	76
5.1 Plan de mantenimiento de balanzas de carrusel.....	79
5.2 Análisis de puestos de trabajo y competencias.....	90
5.2.1 Análisis de resultados Encuesta.....	102
5.3 Análisis Proveedores.....	114
5.4 Plan de Implementación.....	115
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	120
6.1 Conclusiones:.....	120
6.2 Recomendaciones:	122

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla	
Tabla 1.	18
Tabla 2.	38
Tabla 3.	48
Tabla 4.	49
Tabla 5.	49
Tabla 6.	53
Tabla 7.	54
Tabla 8.	70
Tabla 9.	73
Tabla 10.	74
Tabla 11.	76
Tabla 12.	78
Tabla 13.	78
Tabla 14.	79
Tabla 15.	110
Tabla 16.	114

1. MARCO TEÓRICO

muchos

1.1 Origen e Historia de la Metodología a Seis Sigma

Desde 1920 la palabra sigma fue utilizada por matemáticos e ingenieros para describir la variabilidad existente en un proceso. A mediados de los años ochenta en Motorola sede Estados Unidos utilizó el término “Seis Sigma” para nombrar a una iniciativa interna con el fin de reducir los defectos en los procesos de producción; ya que éstos presentaban un nivel bajo de calidad, en todos los departamentos. La gerencia de Motorola encabezada por Mikal Harry y Bob Galvin propuso medir los defectos en términos grandes para crear un estándar riguroso así nace el término de “defectos por millón de oportunidades”. A raíz de esta iniciativa se establece la primera Metodología Seis Sigma. A finales de 1991 Motorola certificó al primer equipo “Cinturón Negro Seis Sigma”, formalizando el término Seis Sigma. En ese mismo año Lawrence Bossidy miembro de Allied Signal empresa dedicada a la industria aeroespacial, automotriz y de energía en USA, se contacta con Bob Galvin de Motorola para adoptar los métodos de Seis Sigma, y obtiene mejoras significativas y reducción de costos en el plazo de seis meses.¹

En 1995, General Electric (GE) en USA, por medio de Jack Welch directivo de la organización decide aplicar Seis Sigma, y en 1998 GE afirma que Seis Sigma ha generado más de tres cuartas partes de los mil millones de dólares de ahorro de costos. Esta afirmación se resume en el siguiente ejemplo: en 1998 GE introduce en el mercado un nuevo escáner para diagnóstico médico con un valor de 1.25 millones de dólares desarrollado totalmente bajo los principios Seis Sigma y con un tiempo de Scan de sólo 17 segundos cuando lo normal era 180 segundos.¹

Para el año 2000, Seis Sigma se estableció de forma efectiva como una metodología por derecho propio, participando de la formación, asesoramiento y aplicación en todo tipo de organizaciones en todo el mundo.¹

Así, en un poco más de diez años, Seis Sigma no sólo se convirtió rápidamente en un método muy popular utilizado por muchas empresas para la calidad y la mejora de procesos, Seis Sigma también se convirtió en objeto de numerosas y diversas actividades

¹Businessballs.com. 15 de agosto 2009.< <http://www.businessballs.com/sixsigma.htm>>

de formación y consultoría de productos y servicios en torno al cual se han desarrollado muchas organizaciones de apoyo a la metodología Seis Sigma.²

1.2 Definición y Filosofía Seis Sigma

Seis Sigma es una metodología que ayuda por medio de herramientas como: diagramas de Pareto, diagramas de afinidad, diagramas causa y efecto, etc. a mejorar los procesos de las organizaciones. Dentro esta metodología Seis Sigma, un proceso es la unidad básica que será mejorada. El proceso puede ser de un producto o de un servicio, ya sea para clientes externos o para clientes internos. (El-Haik, 2003).

Seis Sigma prioriza los procesos que tienen mayor impacto en los clientes y en su satisfacción, sin embargo no descuida su atención hacia los accionistas, propietarios, empleados, proveedores, etc. Además, propone herramientas de motivación y capacitación de los empleados. La filosofía Seis Sigma se basa en la aplicación del método científico para el diseño y la operación de los sistemas de administración y procesos de negocios, con el fin de dar un mayor valor a los consumidores finales, así como también a los propietarios y/o accionistas. (Pyzdek, 2008).

El método científico consiste en observar los aspectos más importantes dentro del mercado y la misma organización, desarrollar una explicación tentativa para las observaciones realizadas; basándose en dichas explicaciones se realizan predicciones que serán demostradas posteriormente y si fuese el caso se modifican la hipótesis hasta que estas demuestren las observaciones.

El método científico es lo que diferencia a la metodología Seis Sigma de otras técnicas como: la Administración de la Calidad Total por su siglas en inglés TQM (Total Quality Management), Cuadro de Mando Integral, Benchmarking mismas que únicamente proponen cambios sin un estudio o ayuda de herramientas estadísticas. Además Seis Sigma se aplica no solamente a la calidad del producto sino también a todos los aspectos de la operación del negocio para mejorarlos. (El-Haik, 2003).

Dentro de los beneficios que se obtienen de la metodología Seis Sigma están: el mejoramiento de la rentabilidad y la productividad, maximización de la eficiencia,

² Businessballs.com. 15 de agosto 2009. <<http://www.businessballs.com/sixsigma.htm>>

disminución de los costos. Además permite descubrir y controlar los problemas de calidad por medio de un análisis estadístico de datos, pero también por medio de la eliminación de técnicas incorrectas de producción. (Goztas, 2008).

Para lograr sus objetivos Seis Sigma se basa en siete cambios o metaformosis:

Primera Metaformosis

La primera metaformosis implica que la organización esté interesada mucho más en su mercado que en sí misma; en sus clientes más que en sus máquinas, en sus fines más que en sus medios. (León, 2002)

Segunda Metaformosis

La segunda metamorfosis consiste en establecer relaciones entre clientes-proveedores dentro de la empresa, con cada departamento, servicio, función; cada uno de los integrantes de la organización debe especificar claramente lo que desea de su proveedor y satisfacer las demandas de su cliente externo.

Tercera Metaformosis

La tercera metaformosis hace énfasis en el cambio a producir bien desde la primera vez, en lugar de producir más.

Cuarta Metaformosis

La cuarta metamorfosis implica asignar a cada miembro de la organización una responsabilidad. Se forman equipos donde cada uno asume sus misiones, uniendo esfuerzos para el mejoramiento continuo.

Quinta Metaformosis

En la quinta metaformosis las empresas deben crear profundas relaciones basadas en la confianza con sus proveedores y subcontratistas, lo cual genera mayores niveles de servicio y confiabilidad. (León, 2002)

Sexta Metaformosis

En la sexta metaformosis se hace énfasis en la prevención en lugar de enfocarse en el control. La prevención ayuda a que disminuya el costo total de la calidad al disminuir los costos de fallas internas y externas. A su vez las labores de inspección se reducen.

Séptima Metaformosis

En la séptima metaformosis todos los desperdicios son eliminados, tanto los que tienen que ver con los procesos productivos, como con los procesos administrativos.

Todos estos cambios permiten llegar a la meta de los “Seis Ceros”:

- Cero defectos
- Cero stocks
- Cero averías
- Cero plazos
- Cero papeles
- Cero accidentes

1.3 Base Estadística de la Metodología Seis Sigma (6σ)

La expresión Seis Sigma deriva de la terminología estadística: Sigma (σ) que significa desviación estándar. La desviación estándar o desviación típica es una medida de centralización o dispersión para variables, muestra cuan dispersos están los datos de su media. La media, o llamada también “promedio” se calcula sumando todos los valores y dividiendo para el número de estos. La media es un indicador que permite conocer el punto central del proceso; si hay cero variaciones no se presenta alteraciones en el mismo. Un intervalo está representado por un par de números entre los cuales se estima que se ubicará cierto valor desconocido con una determinada probabilidad de acierto. Estos números determinan un intervalo, que se calcula a partir de datos de la muestra, y el valor desconocido es un parámetro poblacional. La probabilidad de éxito en la estimación se representa por $1 - \alpha$ y se denomina nivel de confianza, α es el llamado error aleatorio o nivel de significación, esto es, una medida de las posibilidades de fallar en la estimación mediante tal intervalo.

El nivel de confianza y la amplitud del intervalo varían conjuntamente, en un intervalo más amplio hay más posibilidades de acierto (mayor nivel de confianza), mientras que para un intervalo más pequeño, que ofrece una estimación más precisa, aumentan sus posibilidades de error.

De acuerdo al comportamiento y parámetros que presentan las variables, éstas se clasifican en distintas distribuciones, la distribución normal es una de las más comunes debido a que con frecuencia describe los fenómenos reales. La gráfica de la función de densidad cuyo propósito es conocer cómo se distribuyen las probabilidades de un suceso en relación al resultado del mismo de la distribución normal tiene una forma acampanada y es simétrica respecto de un determinado parámetro como se observa el en gráfico 1. Esta curva se conoce como campana de Gauss. La importancia de esta distribución radica en que permite modelizar numerosos fenómenos naturales, sociales y psicológicos. Aunque los mecanismos que forman parte de este tipo de fenómenos son desconocidos, debido a la enorme cantidad de variables incontrolables que en ellos intervienen, el uso del modelo normal puede justificarse asumiendo que cada observación se obtiene como la suma de unas pocas causas independientes. (Johnson, 1990)

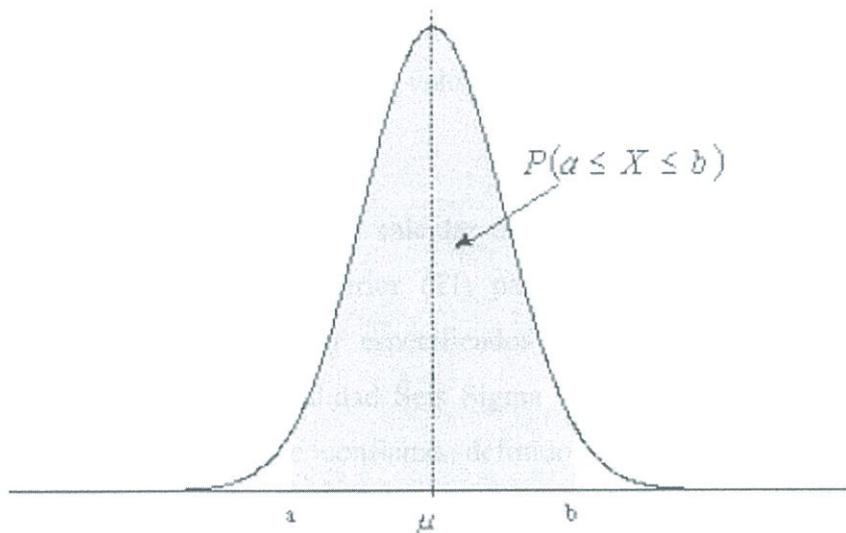


Gráfico 1. Distribución Normal³

³ Pértegas Díaz, 10 de octubre del 2001. Complejo hospitalario Juan Canalejo. 15 de septiembre de 2009. <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/distr_normal/distr_normal2.pdf>

En un proceso productivo basado en la distribución normal, el valor “Seis Sigma estándar” significa que la proporción de productos defectuosos es 3.4 defectos por millón de unidades. En términos estadísticos, el propósito de Seis Sigma es reducir la variación para conseguir desviaciones estándar muy bajas. (El-Haik, 2003).

Una medida común dentro de la metodología Seis Sigma es el índice de defectos por unidad, dentro de la cual puede estar incluida un ítem, un componente, materia prima, o un servicio como transacciones en bancos. Estos procesos pueden estar desviados con respecto al valor objetivo o meta generando costos adicionales, y utilizando mayores recursos. El valor de sigma es un indicador de los defectos que pueden presentarse en el proceso. A un mayor valor de sigma, menores son los defectos, los costos de calidad se reducen, los reprocesos disminuyen, y la satisfacción del cliente aumenta. (Álvarez, 2003).

El índice de defectos por unidad puede también puede ser expresado mediante “defectos por oportunidades”, que se refiere la suma de todas las características de calidad críticas. Este índice permite que se pueda resumir los problemas de calidad a una medida llamada DPO (defectos por oportunidad), o DPMO (defectos por millón de oportunidades), esta última se la puede transformar a su valor equivalente de Z, conocida como capacidad Sigma.

El valor Z también se puede calcular dividiendo la diferencia entre la tolerancia superior (TS) y la tolerancia inferior (TI) para la desviación estándar. Los límites superiores e inferiores pueden ser especificados por el cliente o por las metas de la organización. En la escala de calidad Seis Sigma se mide el número de sigmas que se ubican dentro del intervalo de confianza definido por los límites de especificación; mientras más cercanos estén los valores de las mediciones al valor central, menor es el nivel de sigma, y a su vez los números de sigmas que se ubican dentro de los límites de tolerancia son mayores. (León, 2002)

1.4 Los factores críticos de calidad a ser medidos pueden ser determinados por los clientes internos y externos, éstos se multiplican por la cantidad de artículos producidos así se obtiene el total de defectos. (León,2002)

la met

Medi Luego de obtener las medidas deseadas expresadas por defectos en millón de oportunidades se realiza el gráfico Seis Sigma que se puede observar en el Gráfico 2. En el gráfico se puede apreciar que el proceso de variación está situado en el lugar de la media, siendo el lugar donde el proceso está cambiando en pequeña escala. (López, 2004).

1.4

El área bajo la curva del gráfico 2 indica los niveles y valores, con porcentaje de confianza diferentes, que van desde 68.27 % (nivel 1) hasta 99.999943% (nivel 6). Esta área comprende el valor de la media de los datos y las desviaciones hacia la izquierda y derecha que dependen del nivel de confiabilidad, donde están distribuidos los mismos. Los niveles Seis Sigma están ubicados en la parte derecha e izquierda de la media, indicando el rango de distribución de los datos. La representación gráfica de la distribución normal de los datos es analizada y en base a ella se obtienen los resultados del proceso y se pueden tomar las decisiones adecuadas para las mejoras que se aplicarán a dichos procesos. (López, 2004).

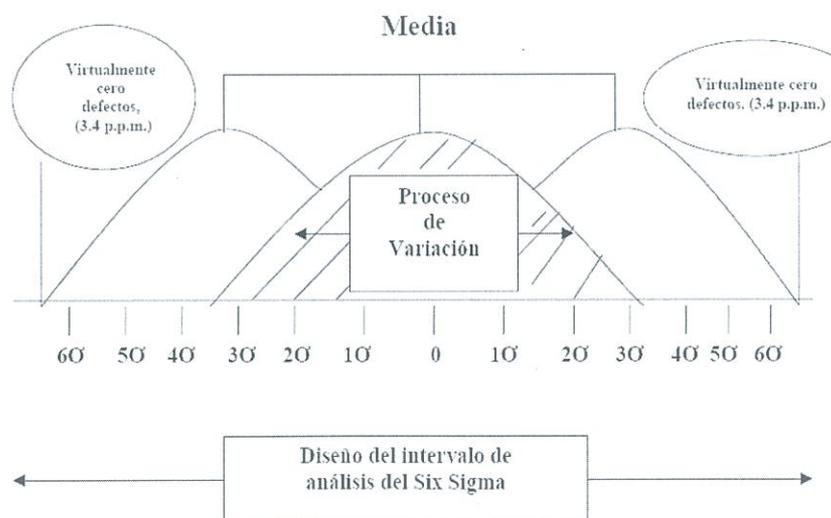


Gráfico 2. Área gráfico Seis Sigma

1.4 Sistema de Mejora DMAIC

Durante décadas se han utilizado las mismas herramientas para mejorar la calidad, la metodología Seis Sigma reunió las mejores en un solo modelo conocido como Definir, Medir, Analizar, Implementar y controlar o DMAIC. Este sistema es usado para mejorar un producto, proceso o servicio. (Pyzdek, 2008).

1.4.1 Etapa Definir

En esta etapa se definen los procesos que se van a analizar, se establecen los objetivos, metas y miembros del proyecto. Los objetivos más importantes se obtienen de los clientes internos y externos. Dentro de estos objetivos deben estar los propios de la organización como: lealtad del cliente, mayor participación en el mercado, satisfacción del empleado, etc. A nivel de operaciones el objetivo debe estar orientado a aumentar el rendimiento de cada departamento. A nivel del proyecto los objetivos pueden estar enfocados en reducir el nivel de defectos e incrementar el rendimiento de un determinado proceso. Todos los objetivos se obtienen mediante comunicación directa con los clientes, accionistas, y empleados. Las metas estas deben establecerse en conjunto con todas las partes involucradas en el proyecto, y únicamente deben ser relacionadas al proyecto en cuestión. También cada parte identifica claramente qué es lo que se quiere medir. (Pyzdek, 2008).

1.4.2 Etapa Medir

Dentro de esta etapa se mide el sistema actual con el fin de establecer indicadores válidos y fiables para supervisar el progreso hacia el objetivo definido en la etapa anterior. (Pyzdek, 2008).

En esta etapa se debe formular y responder ciertas preguntas relacionadas con el negocio y los procesos a ser mejorados. Por ejemplo: ¿qué indicadores son aplicables para el proceso?, ¿existe la información necesaria?, ¿cómo se puede medir?, ¿de qué manera se va a medir el progreso?

En esta etapa es necesario tener en cuenta algunos conceptos sobre estadística descriptiva que se detalla a continuación:

Población es el conjunto de elementos que representan una característica común, debido a su definición la población resulta ser un conjunto muy grande se dificulta la observación de los mismos por lo que se toma una muestra para realizar las observaciones. (Johson, 1990)

Muestra es una colección de algunos elementos de la población, los que deben contener características relevantes a toda la población de manera que a través de la muestra se pueda describir a toda la población. (Johnson, 1990)

Variables son las características de cada elemento, que varían de unos a otros.⁴

Datos son las medidas de las características que son susceptibles de observar y contar, se las obtiene mediante la observación de una o más variables. Las variables se clasifican en variables cualitativas y cuantitativas. Las variables cualitativas son aquellas que expresan características o modalidades que a su vez pueden ser atributos o categorías, en cambio las variables cuantitativas son aquellas que se pueden expresar con cantidades numéricas, estas a su vez se clasifican en variables continuas y variables discretas.

Las variables continuas son aquellas que presentan interrupciones dentro de su escala de valores, estas interrupciones indican la ausencia de valores entre los valores específicos, y son representadas por números reales, en cambio las variables discretas pueden tomar valores dentro de un intervalo especificado de valores, es decir existe un valor entre dos cualquiera.

Para cualquier tipo de variable que la organización desee medir, es necesario que se seleccione de manera correcta la muestra de donde se va a obtener los datos, para esto existen técnicas de muestreo entre ellas: muestreo probabilístico, muestreo aleatorio simple, estratificado, sistemático, por conglomerados, etc.

Los datos se pueden recolectar de distintas maneras mediante: entrevistas personales, encuestas, censos, listas de verificación, formularios, etc. Existen dos tipos de observaciones, la observación directa e indirecta en la que se recogen los datos directamente de cada uno de los elementos de la población, puede ser por medio de

⁴ Estadística Descriptiva. 02 de octubre del 2006. 08 de agosto del 2009. <<http://sitios.ingenieria-usac.edu.gt/estadistica/estadistica2/estadisticadescriptiva.html>>

estadísticas, censos y encuestas. En cambio en la observación indirecta se obtienen los datos consultando la documentación disponible. (Fernández, 2002)

1.4.3 Etapa Analizar

En esta etapa se hace un análisis con el fin de obtener un diagnóstico del problema a partir de la información que se obtuvo en la etapa Medir. (Álvarez, 2002). También se identifican formas de mejora para eliminar la brecha existente entre el proceso actual y el proceso deseado. (Pyzdek, 2003)

Las herramientas usadas en esta etapa son: diagramas de afinidad, lluvia de ideas, diagramas de causa y efecto, diseño de experimentos, diagramas de flujo, pruebas de hipótesis, diagrama de Pareto, análisis de regresión, muestreo, diagramas de dispersión, distribuciones de frecuencia que se definirán en la sección 1.5.

1.4.5 Etapas Implementar y Controlar

En estas etapas se da paso a la ejecución del proyecto. Una vez que se han analizado las causas que ocasionan los problemas, se toman medidas para que éstas desaparezcan, se realizan cronogramas, se forman grupos de trabajo y se asignan responsabilidades, siendo una de las partes más importantes la comunicación interna de la organización, y por supuesto el recurso humano.

Desde los años ochenta las organizaciones han empezado a poner especial atención al recurso humano, la administración está convencida de que la capacidad humana es un factor de éxito más no la capacidad de las máquinas, computadores o robots. Es importante crear un ambiente organizacional en donde los empleados tengan gran importancia y para esto es necesaria una excelente comunicación. (Goztas, 2008)

La metodología Seis Sigma implica un gran cambio para las empresas, por esta razón se debe fomentar además una efectiva comunicación interna, siendo este el punto de iniciación para los proyectos. Para iniciar un proyecto Seis Sigma se debe elaborar un plan

de comunicación interna que responda las siguientes preguntas: ¿Quién?, ¿Por qué?, ¿Dónde?, ¿Cómo?, y ¿Dónde?

La pregunta ¿Quién?, en el plan de comunicación puede ser respondida mediante reuniones con todos los departamentos involucrados, sin olvidar que en cada reunión se puede tener información desde distintos puntos de vista, todo esto debe ser considerado para elaborar el plan de comunicación. La Pregunta ¿Por qué?, responde el tema de la comunicación, en este punto el objetivo es mejorar la información a través de todo la Organización. Otra pregunta que debe ser respondida es ¿Cuándo?, asegura la continuidad de la comunicación, la comunicación debe ser más intensa cuando el proyecto está empezando. El plan de comunicación también debe incluir la respuesta a la pregunta ¿Cómo?, para esto se utiliza diferentes técnicas y métodos.(Goztas, 2008)

Según (León 2002) algunas técnicas que se pueden aplicar son: publicaciones internas, cartas, pizarrones, circuitos cerrados de televisión, comunicación telefónica, reuniones, conferencias, videos, ceremonias, uso de intranet, herramientas visuales, etc.

Los planes de comunicación varían de una organización a otra sin embargo, no hay que olvidar que este es un proceso bilateral, es decir que se debe dar de la administración a los empleados y de los empleados a la administración. Transferir la cultura Seis Sigma a los empleados e informar continuamente sobre los proyectos, es parte fundamental dentro de las etapas de ejecución del proyecto. La metodología Seis Sigma se basa en la reducción de errores, cooperación, aumento de satisfacción del cliente, y los empleados son los clientes internos de manera que la contribución de cada empleado es importante. Goztas (2008)

Una de las barreras más comunes en las organizaciones es la resistencia al cambio por parte del recurso humano, lo cual se puede evitar con educación y motivación. Se puede presentar el proyecto Seis Sigma mediante actividades lúdicas, utilizando varios programas disponibles en el mercado para que el personal se adapte a esta estrategia.

Luego de definir el plan de comunicación es necesario que la empresa forme un equipo de implantación formado por los siguientes miembros.⁵

⁵ SEIS SIGMAS: HACIA LA CUMBRE DE LA CALIDAD. José María Mendoza Administrador de Empresas, Universidad del Norte.

Líder de la implantación: Por lo general este papel lo asume el gerente general, quien decide y compromete a la organización a la implantación de la metodología Seis Sigma. Además seleccionará a los “champions” y a todos los proyectos de mejora de procesos, asignando el presupuesto a cada uno, definiendo la capacitación y el entrenamiento de los empleados, monitoreando constantemente los resultados.

Consejo de la calidad: Forman parte de este consejo los altos directivos de la organización, los mismos que se reúnen periódicamente para discutir y planificar la gestión de Seis Sigma, revisar el proyecto, eliminar obstáculos, y compartir experiencias y conocimientos adquiridos con proveedores, clientes y empleados

Champion o patrocinador: Estos miembros velan y patrocinan los proyectos de mejora en sus respectivas áreas. Además alinean los objetivos generales de la organización con los proyectos, dan orientación a los equipos de mejora y provee al grupo de todos los recursos necesarios.

Master Black Belt: Son personas con un alto nivel de conocimiento técnico en estadística y manejo de programas avanzados de software para el análisis de datos. Poseen liderazgo y determinación, son mentores y consultores de los Black Belt por lo tanto también están a cargo de la capacitación de los demás miembros.

Black Belt: Son los encargados de dirigir los proyectos de mejora, seleccionar los miembros que harán parte del equipo de mejoramiento, brindar apoyo y capacitación al grupo, también trabaja en el análisis estadístico de los datos, evaluando constantemente la gestión y resultados del proyecto.

Green Belt: Es la persona que trabaja específicamente en los equipos de proyectos. Apoya las tareas de los Black Belt aplicando conceptos y herramientas adquiridas en sus entrenamientos con miembros más especializados.

Miembros del Equipo: Son las personas que proveen ideas y esfuerzos a los proyectos de mejora. Se los puede considerar para dirigir nuevos proyectos.

Una vez que el proyecto Seis Sigma se ha puesto en marcha, es necesario establecer controles que permitan asegurar que las acciones correctivas y preventivas propuestas se estén llevando a cabo de manera correcta, para lo cual se deben establecer equipos de control que mediante indicadores, premios por cumplimiento, e incentivos, etc. verifiquen la ejecución de los Proyectos Seis Sigma. El programa de Control dependerá de

cada organización y sus necesidades, las revisiones deben ser periódicas, pueden existir auditorías internas y externas.

1.5 Herramientas del Sistema de mejora DMAIC⁶

Las principales herramientas que utiliza el sistema DMAIC son:

Modelo de Kano: Es una herramienta basada en tres “tipos” de calidad; la primera, calidad mandataria es aquella que cuenta con los atributos básicos que un cliente quiere de un producto o servicio. Calidad esperada es aquella que el cliente desea y necesita del producto sin embargo, ésta no forma parte de las características comunes del mismo. Calidad atractiva es aquella que incorpora ítems o atributos al producto o servicio que sean atractivos al cliente para llamar su atención, persuadirlo a que compre asegurando la lealtad del mismo. (Cisneros, Vizcaíno, 2003)

◆ **Diagrama de afinidad:** Esta herramienta reúne grandes cantidades de datos cualitativos (ideas, opiniones, problemas, etc.) y los junta en grupos basados en la relación natural entre cada uno. Es en su mayoría un proceso creativo más que un proceso lógico, es de utilidad cuando existen pocos datos o ideas no relacionadas uniendo cada grupo alrededor de cada concepto o tema. (Navarrete, 2005)

⁶Sistemas de Gestión Integral. Gestión de Calidad. Tecnociencia. 08 de agosto de 2009<http://www.tecnociencia.es/especiales/sistemas_gestion/calidad/8.htm>

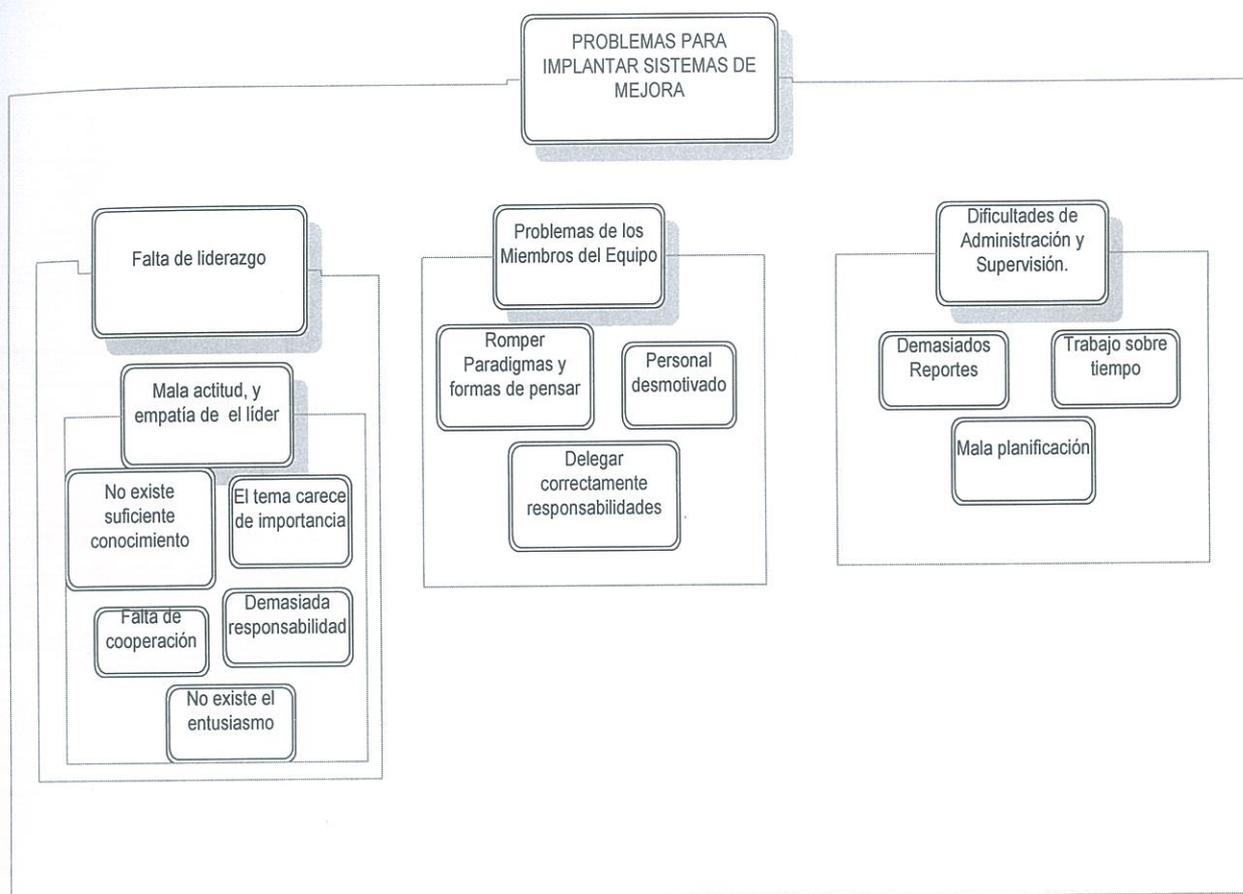


Gráfico 3. Diagrama de afinidad⁷

◆ **Diagrama de relaciones:** Este diagrama muestra relaciones causa-efecto o medios-objetivos, en especial cuando las relaciones son difíciles de determinar. Se utiliza en la fase de planificación de la mejora de la calidad

⁷ Creación propia.

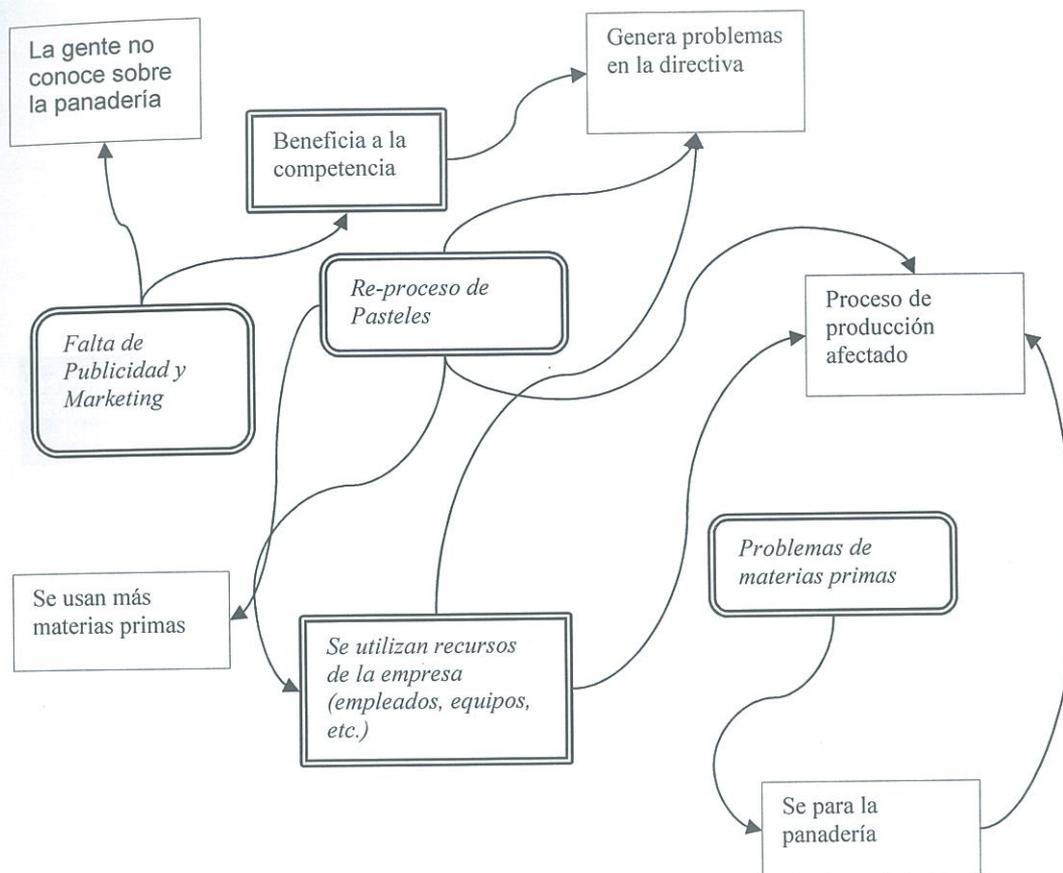


Gráfico 4. Diagrama de Relaciones⁸

♦ **Diagrama de árbol:** Ordena de forma gráfica las distintas actuaciones que se deben llevar a cabo para solucionar un problema o situación de análisis. Identificando las tareas y métodos para resolver un problema y lograr un resultado. Determina acciones que garanticen y mejoren la calidad de un producto. Es similar a un organigrama funcional de una empresa. Como se muestra en el gráfico 5.

⁸ Creación Propia.

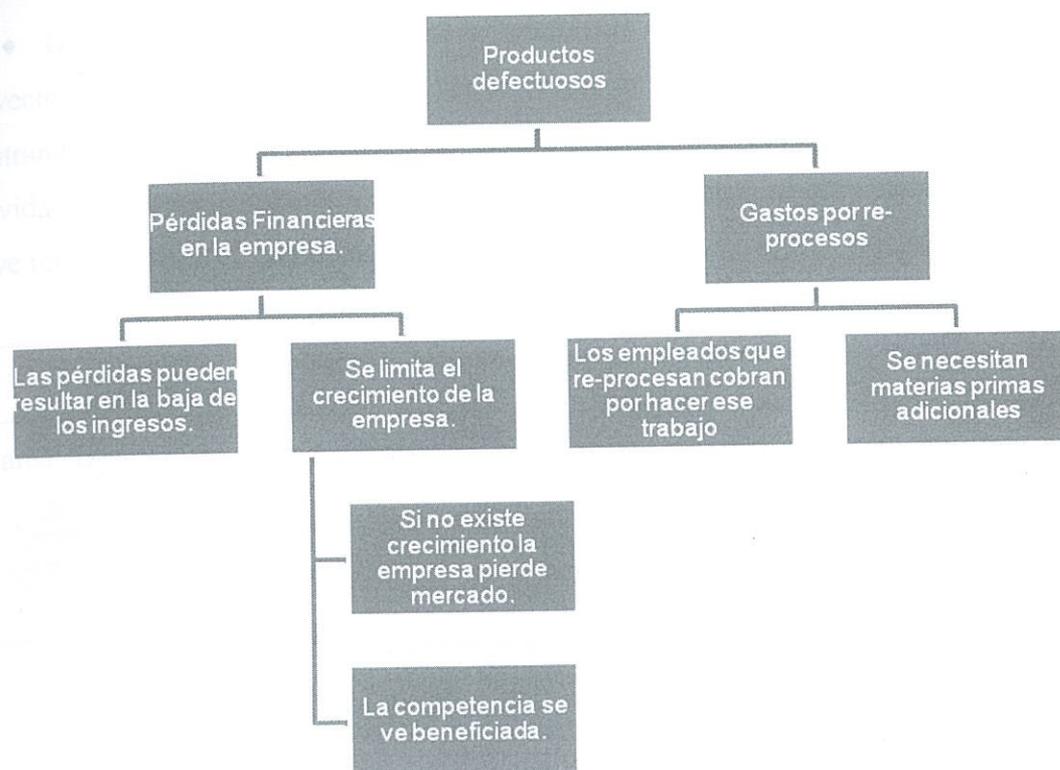


Gráfico 5. Diagrama de árbol⁹

◆ **Diagrama matricial:** Ordena gráficamente grupos de datos, representando los puntos de conexión lógica existentes entre ellos. Presenta relaciones que existen entre un número de variables expresadas verbalmente. Los diagramas más comunes son: Diagrama matricial en “L”, Diagrama en “A” o matriz triangular, Diagrama matricial en “T”, Diagrama matricial en “Y”, Diagrama matricial en “X”.

◆ **Matriz de priorización:** Se conoce también como “Diagrama matricial para el análisis de datos”. Combina las técnicas de diagrama de árbol y diagrama matricial. Analizando los datos mostrados en el diagrama matricial, dando uso a las relaciones obtenidas de las variables. Se lo usa para tomar decisiones en base a la priorización de actividades, temas, características de productos, etc., según criterios de ponderación conocidos.

◆ **Diagrama de proceso de decisión:** Describe los obstáculos posibles que dificultan el proceso de implantación de soluciones a un problema. Esto es, identifica, representa y elimina situaciones adversas.

⁹ Creación Propia.

♦ **Diagrama de flechas:** Define el plan más adecuado para realizar una tarea o proyecto a través de gráficos representa en forma de red la planificación de un proyecto, mostrando las relaciones existentes entre las distintas actividades. Se debe conocer las actividades o tareas correspondientes al proyecto en cuestión, su secuencia y su duración. Se ve un ejemplo en el gráfico 6 y la tabla 1.

Tabla 1. Tareas de diagrama de Flechas¹⁰

Tarea	Descripción	Predecesores	Tiempo (min.)	Tarea	Descripción	Predecesores	Tiempo (min.)
A	Comprar queso		30	G	Hervir agua		15
B	Rebanar el queso	A	5	H	Cocinar la pasta	G	10
C	Batir 2 huevos		2	I	Ecurrir la pasta	H	2
D	Mezclar huevos y queso	C	3	J	Unir ingredientes	I, F, D, B	10
E	Rebanar cebollas y hongos		7	K	Precalentar el horno		15
F	Cocinar la salsa de tomate	E	25	L	Hornear la lasaña	J, K	30

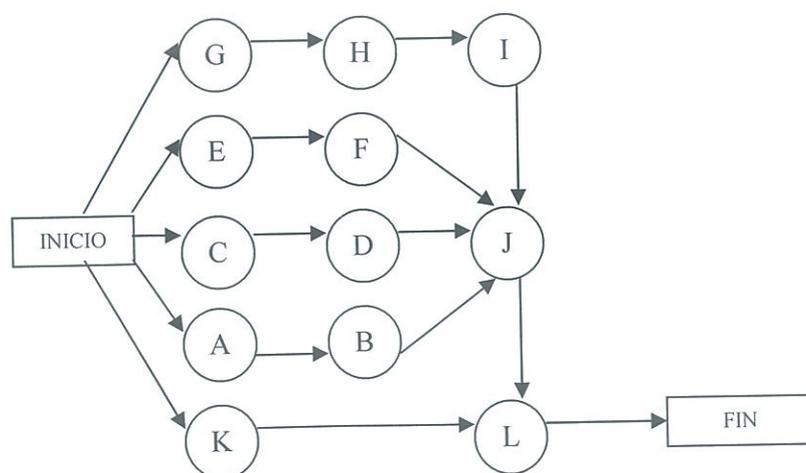


Gráfico 6. Diagrama de Flechas¹¹

¹⁰ Creación Propia.

♦ **Diagrama de flujo de proceso:** Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Además incluye información que se considera necesaria para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, etc.

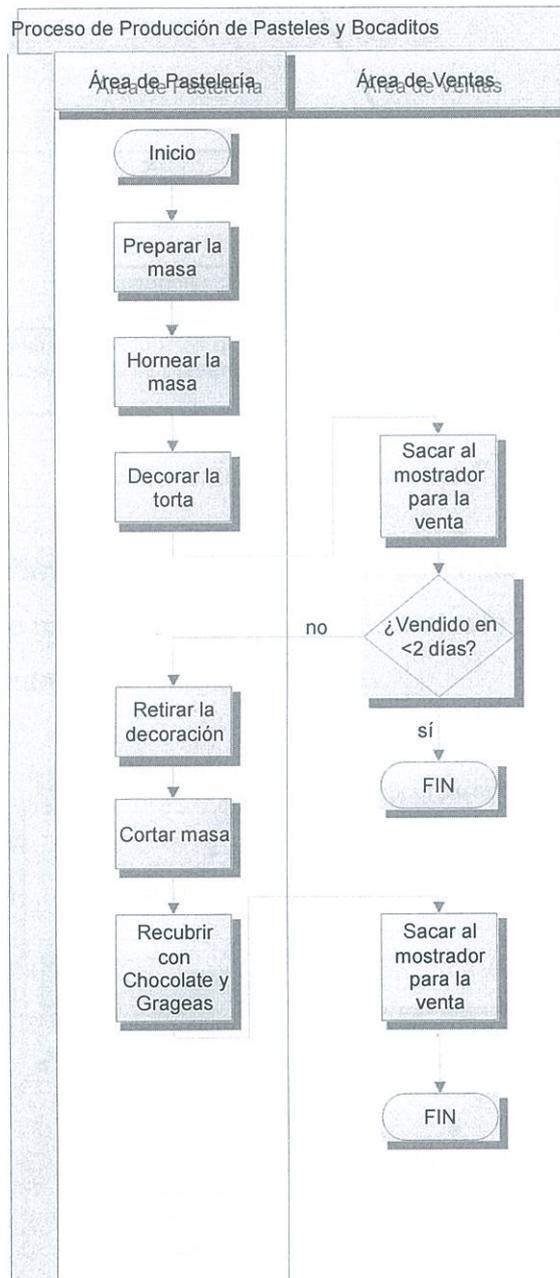


Gráfico 7. Diagrama de flujo de proceso¹²

¹¹ Creación Propia.

¹² Creación Propia.

♦ **Diagrama causa-efecto:** Es utilizado como lluvia de ideas para detectar las causas y consecuencias de los problemas en el proceso.

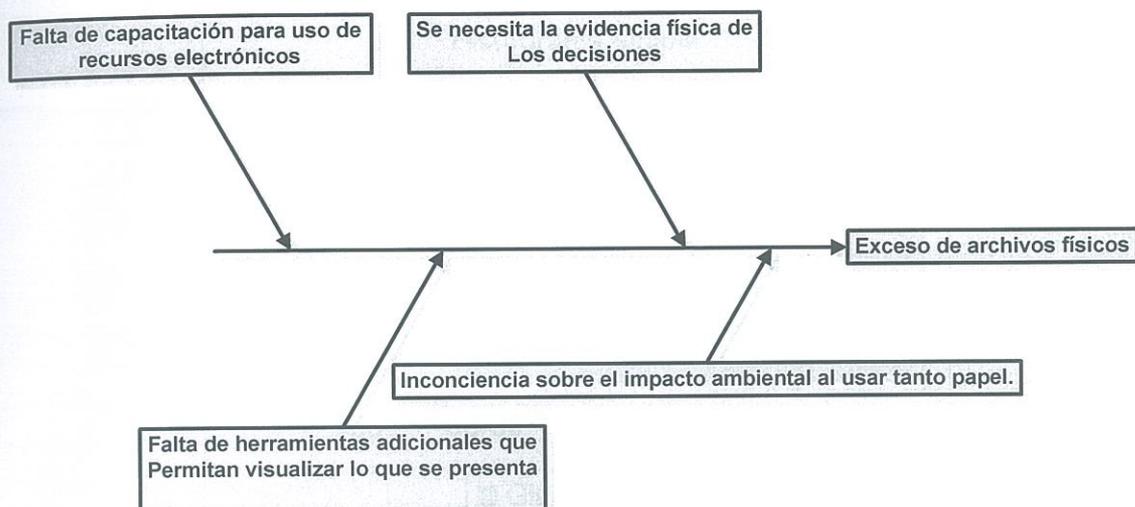


Gráfico 8. Diagrama causa-efecto¹³

♦ **Diagrama de Pareto:** Se aplica para identificar las causas principales de los problemas en proceso de mayor a menor, con esto se pretende reducir o eliminar de una en una las mismas empezando con las mayores.⁹

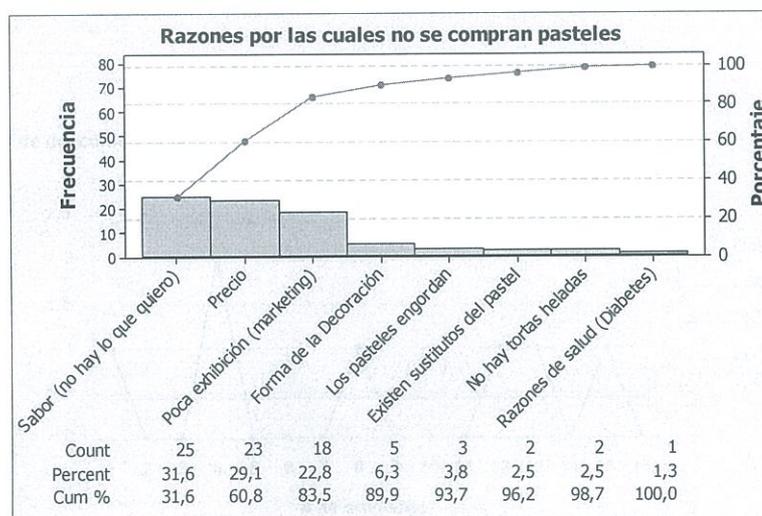


Gráfico 9. Diagrama de Pareto¹⁴

¹³ Creación Propia.

¹⁴ Creación Propia.

♦ **Histograma:** Los datos obtenidos se observan y agrupan en forma gaussiana conteniendo los límites inferior y superior.

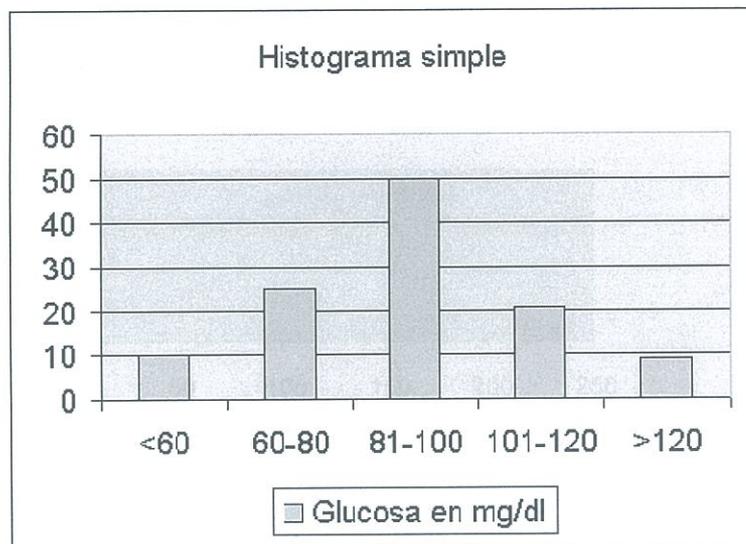


Gráfico 10. Histograma¹⁵

♦ **Gráfica de corrida:** Se utiliza para representar datos gráficamente con respecto a un tiempo.

♦ **Gráfica de control:** Se aplica para mantener el proceso de acuerdo a un valor medio y los límites superior e inferior

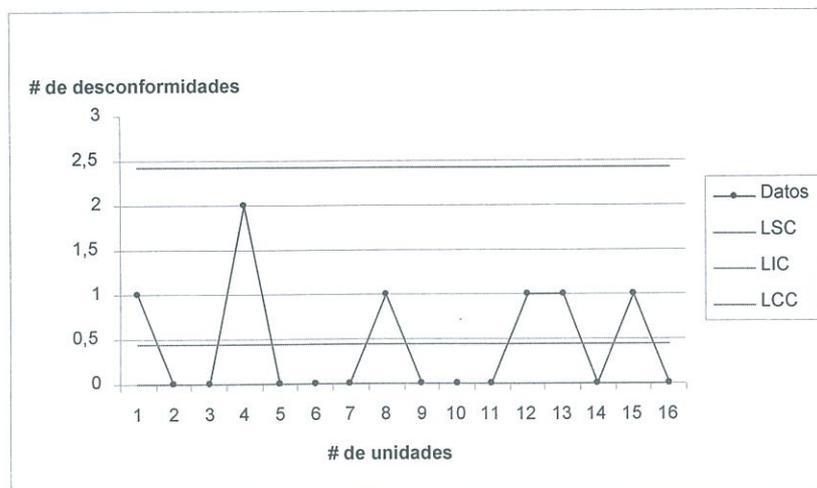


Gráfico 11. Gráfica de Control¹⁶

¹⁵ Creación Propia.

♦ **Modelo de regresión:** Es utilizado para generar un modelo de relación entre una respuesta y una variable de entrada.

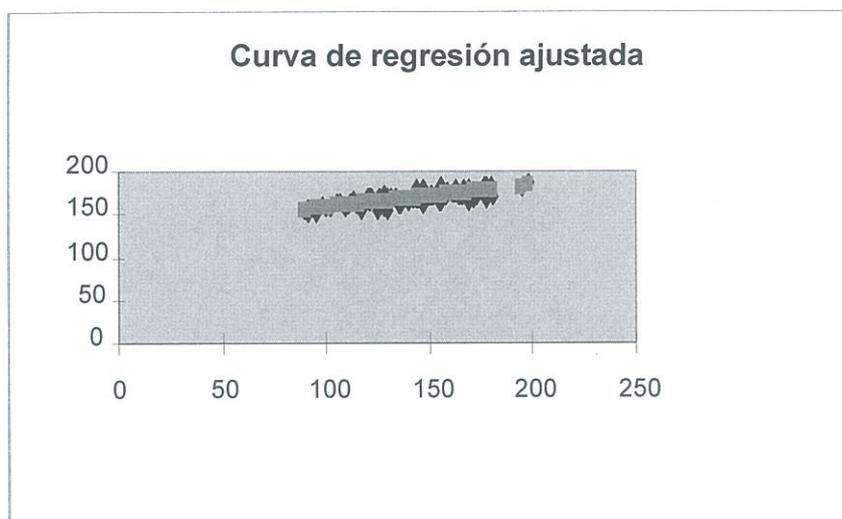


Gráfico 12. Modelo de Regresión¹⁷

♦ **ANOVA:** Es una recolección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados. El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos. El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los grupos de datos numéricos a comparar. Típicamente, el análisis de varianza se utiliza para asociar una probabilidad a la conclusión de que la media de un grupo de puntuaciones es distinta de la media de otro grupo de puntuaciones.

♦ **Diseño de Experimentos:** Es una metodología estadística destinada a la planificación y análisis de experimentos, se lo hace por los altos costos de realizar cambios sin un estudio profundo.

♦ **Contestación a las preguntas 4W y una H:** Esta herramienta es útil para conocer más a fondo un problema y su incidencia, se basa en la contestación a cuatro preguntas por

¹⁶ Creación Propia.

¹⁷ Creación Propia.

su siglas en inglés: When? (Cuándo ocurren los problemas), Who? (quién está siendo afectado), What? (qué está siendo afectado), Where? (Donde afecta el problema), y How (cómo afectan los problemas). Sus respuestas permiten visualizar de mejor manera el problema a resolver.

CAPÍTULO DOS

En este capítulo se ejecuta la etapa Definir del sistema de mejora DMAIC descrita en la sección 1.4.

2. ETAPA DEFINIR

2.1 *Objetivos etapa definir*

En esta etapa se definirá el problema a ser analizado utilizando diferentes herramientas de la sección 1.5, además se obtendrá todos los conocimientos necesarios para la comprensión total de la organización y sus procesos.

2.2 *Historia de la Empresa*

La Empresa sede de este proyecto, es una comercializadora de gas licuado de petróleo con más de 50 años en el mercado. La compañía nació en el año 1957. Se creó con la idea de industrializar el procesamiento de gas licuado de petróleo (GLP), mediante el sistema de almacenamiento, distribución y utilización de tipo doméstico de este derivado de petróleo.

El estado ecuatoriano asumió en el año 1973 la responsabilidad de comercializar el GLP; responsabilidad que hoy mantiene a través de la empresa estatal Petrocomercial, ésta organización provee del producto a las compañías comercializadoras, lo que hace que el precio esté fuertemente subvencionado por el Estado, quien a su vez también fija los márgenes de todos los elementos del canal.

Desde julio de 1998 se han incorporado avances tecnológicos y administrativos que le han dado un nuevo impulso a la compañía, con este mismo objetivo y queriendo tener una perfecta cobertura en todo el país, se ha establecido estratégicamente sus centros de trabajo distribuyéndolos en 5 plantas de envasado, establecidas en Guayaquil, Bellavista, Montecristi, Santo Domingo y Pifo. Se desea introducir una cultura de “uso de gas” en el Ecuador es una de las fuentes de energía más limpia, económica y práctica que existe. Para esto, ha lanzado al mercado una nueva línea de productos “personalizados”

para cubrir las necesidades de cada cliente y llenar los requerimientos de los consumidores de cada sector: doméstico, industrial y comercial. El cilindro de 15 Kg. está destinado exclusivamente para el uso doméstico, donde resulta el producto ideal para este nivel de consumo, y se lo distribuye a través de redes a nivel nacional. El cilindro de uso industrial y comercial es el de 45 Kg. y se lo distribuye localmente. La planta envasadora sede de este producto está ubicada en la parroquia Pifo, vía Sangolquí, actualmente es líder en el mercado nacional.

Sus operaciones se basan en el proceso semiautomático de envasado de GLP, por lo tanto la participación de los operadores es constante y muy activa, en puntos críticos como: tabulación de tara del cilindro en el carrusel, revisión de peso, detección de fugas y colocación de sellos de seguridad.

El proyecto se enfocará en el proceso de envasado del cilindro de uso doméstico de 15 Kg.

2.2.1 Planificación Estratégica de la Empresa

2.2.1.1 Misión

“Servicio y seguridad sustentables” siempre soportada bajo principios universales y valores éticos de la organización”

2.2.1.2 Visión

“Ser una empresa internacional petrolera y gasista integrada, admirada, orientada al cliente y a la creación de valor”

2.2.1.3 Tipos de productos y servicios

Actualmente la organización ofrece diferentes tipos de servicios y productos.

Productos:

- ◆ Cilindros envasados con GLP doméstico de 15 Kg.
- ◆ Cilindros envasados con GLP industrial de 45 Kg.

Servicios:

- ◆ Despachos en tanques estacionales de GLP doméstico.
- ◆ Despachos en tanques estacionales de GLP industrial.

2.2.1.4 Capacidad de la Empresa

La planta envasadora de gas licuado de petróleo GLP cuenta con una capacidad de producción de 1200 tanques domésticos por hora. Cuenta con un total de 12 operarios más el personal administrativo, labora de lunes a sábado en un solo turno. Su pico de demanda se da en los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre.

2.3 Organigrama

A continuación se presenta el organigrama del área administrativa de planta envasadora Pifo.

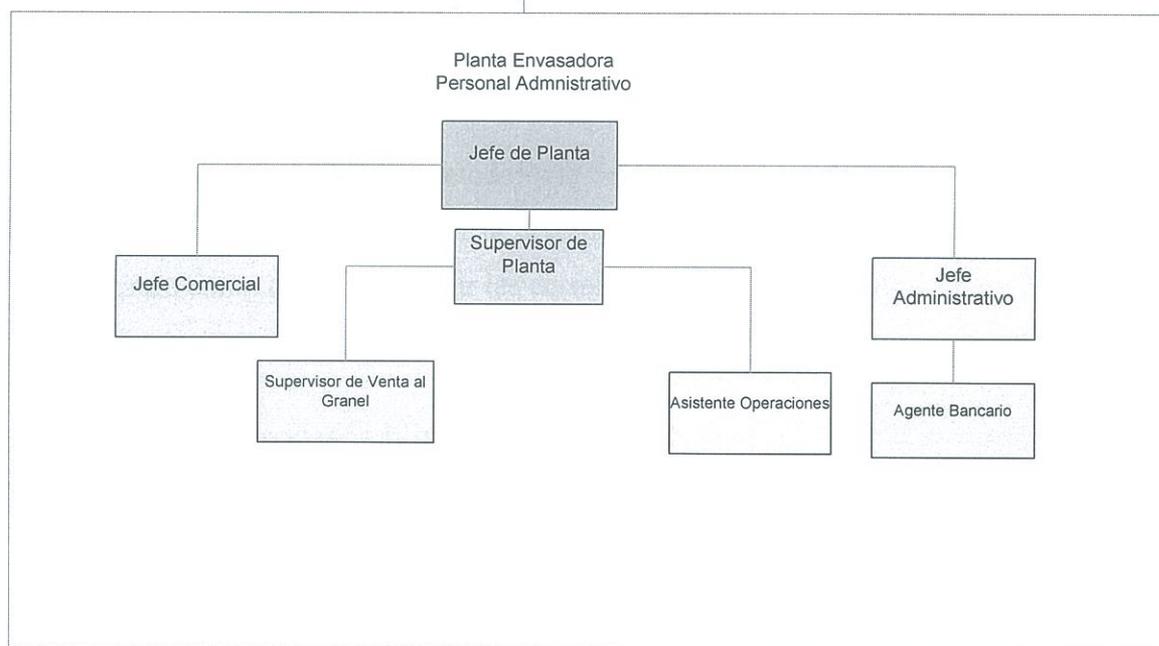


Gráfico 13. Organigrama Dpto. Administración¹⁸

¹⁸ Creación Propia.

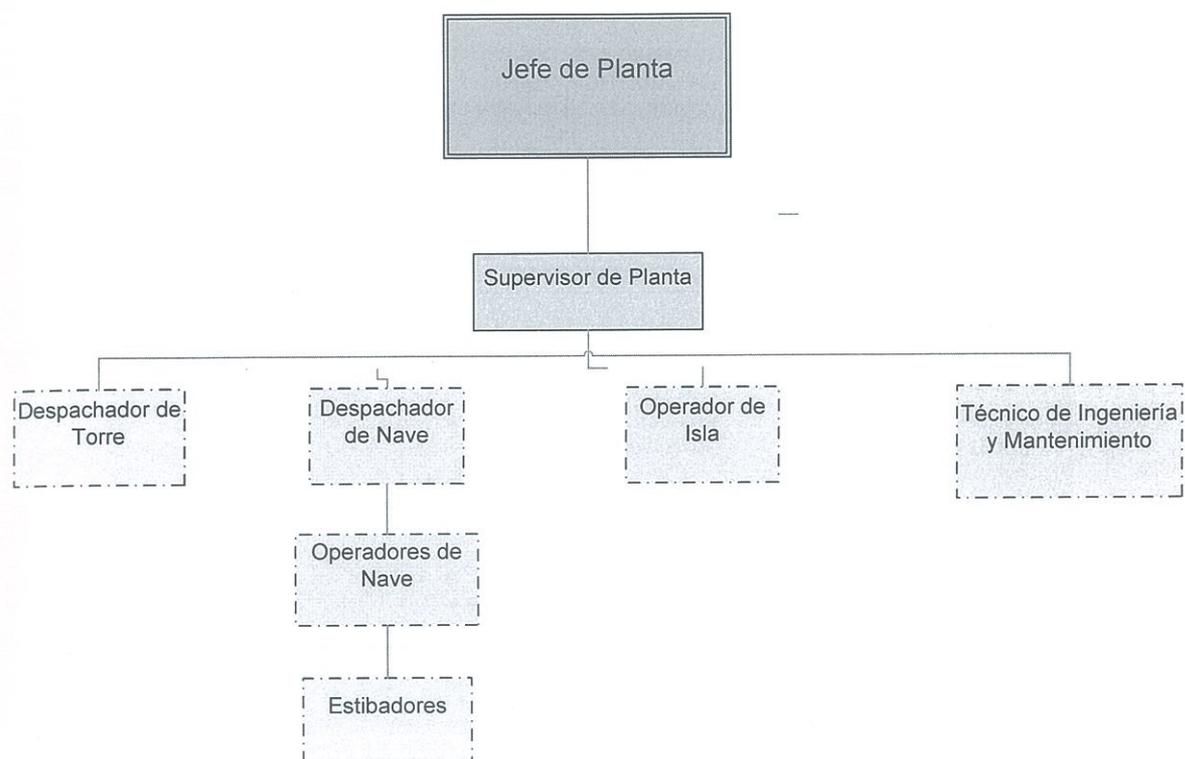


Gráfico 14. Organigrama Dpto. Operaciones¹⁹

2.4 Descripción de los Procesos

Para la ejecución de la metodología Seis Sigma es necesario conocer a fondo cada uno de los procesos existentes en la organización de manera que se pueda encontrar el problema así como también realizar las correcciones correspondientes.

2.4.1 Mapa de Procesos Nivel 0

¹⁹ Creación Propia.

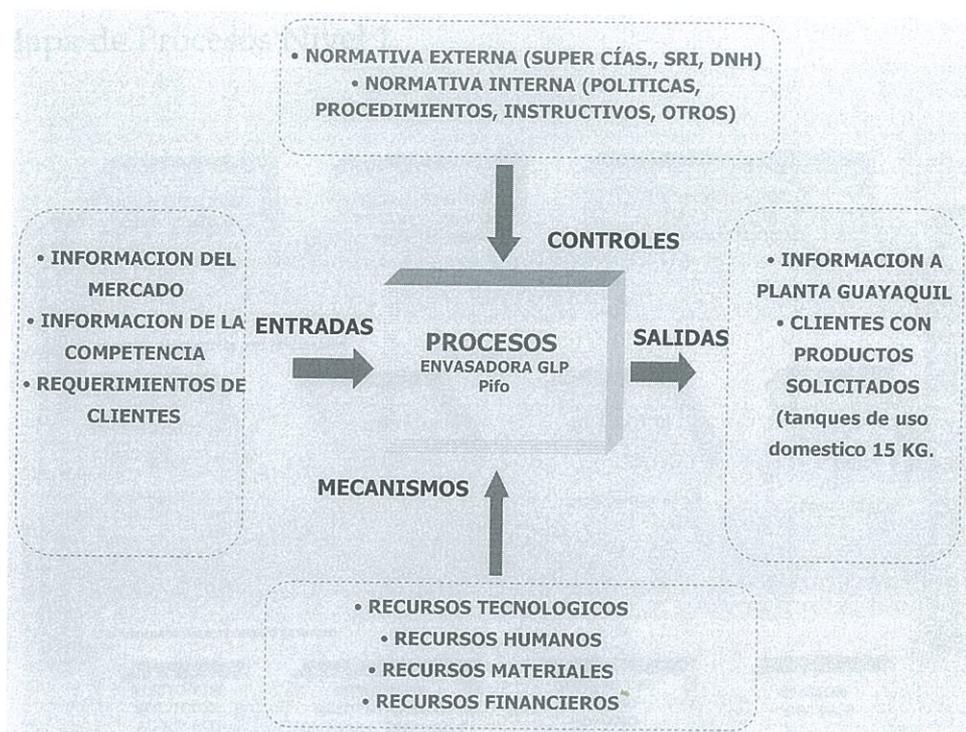


Gráfico 15. Mapa de Procesos Nivel 0²⁰

En el mapa de procesos nivel cero se puede apreciar las entradas para el proceso productivo de la organización (envasado de gas licuado de petróleo) como: información del mercado que indica cómo está el negocio, información de la competencia, y los requerimientos de los clientes para conocer sus deseos y expectativas, todo esto da como resultado que los clientes puedan tener el producto solicitado. A su vez la organización está regida por las leyes ecuatorianas, así como por la Dirección Nacional de Hidrocarburos por tratarse de un producto subsidiado por el gobierno, los mecanismos para alcanzar todo esto están dados por los recursos tecnológicos, humanos, materiales, y financieros.

²⁰ Creación Propia.

2.4.2 Mapa de Procesos Nivel 1

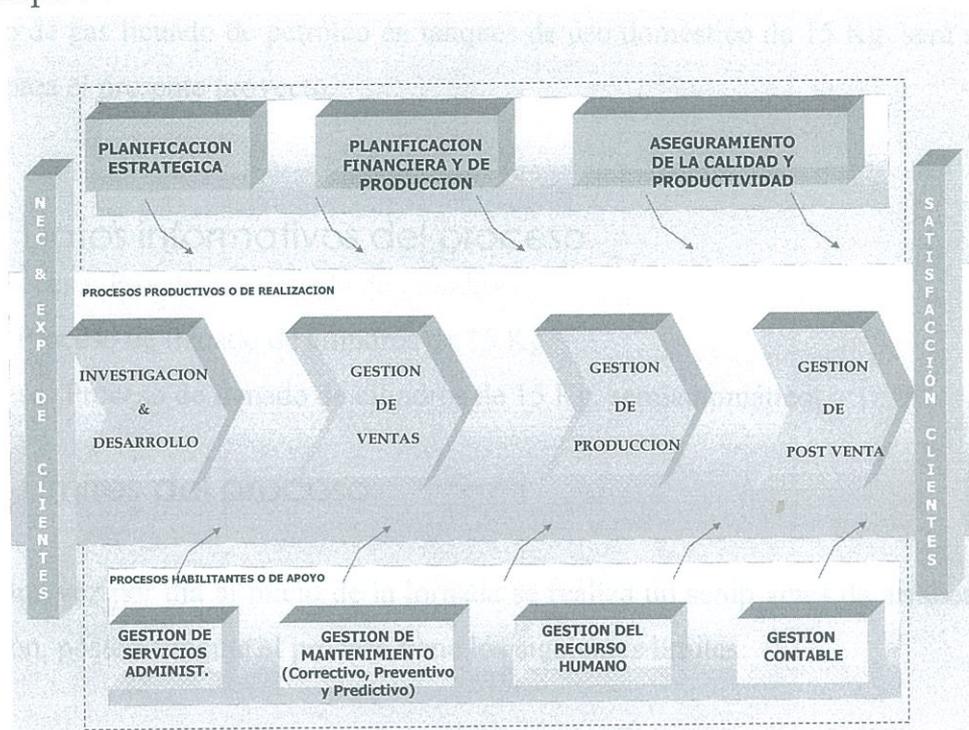


Gráfico 16. Mapa de Procesos Nivel 1²¹

El mapa de procesos nivel 1 muestra más detalladamente cada uno de los procesos productivos, de apoyo y de control de la organización con sus divisiones correspondientes, muestra cómo funcionan y concatenan las mismas para un correcto funcionamiento.

2.5 Proceso de Envasado

El proceso de envasado de gas licuado de petróleo es el único proceso productivo existente en la organización de allí su importancia a continuación se lo describe detalladamente.

2.5.1 Diagrama de flujo de operaciones

²¹ Creación Propia.

Dentro del macro proceso “Proceso de llenado de cilindros”, el proceso de envasado de gas licuado de petróleo en tanques de uso doméstico de 15 Kg. será sujeto de análisis para el presente proyecto.

2.5.1.1 Datos informativos del proceso

Macro Proceso: Proceso de llenado de cilindros.

Proceso: Proceso de llenado de cilindros de 15 Kg.

Subproceso: Proceso de llenado de cilindros de 15 Kg. semiautomático.

2.5.1.2 Límites del proceso

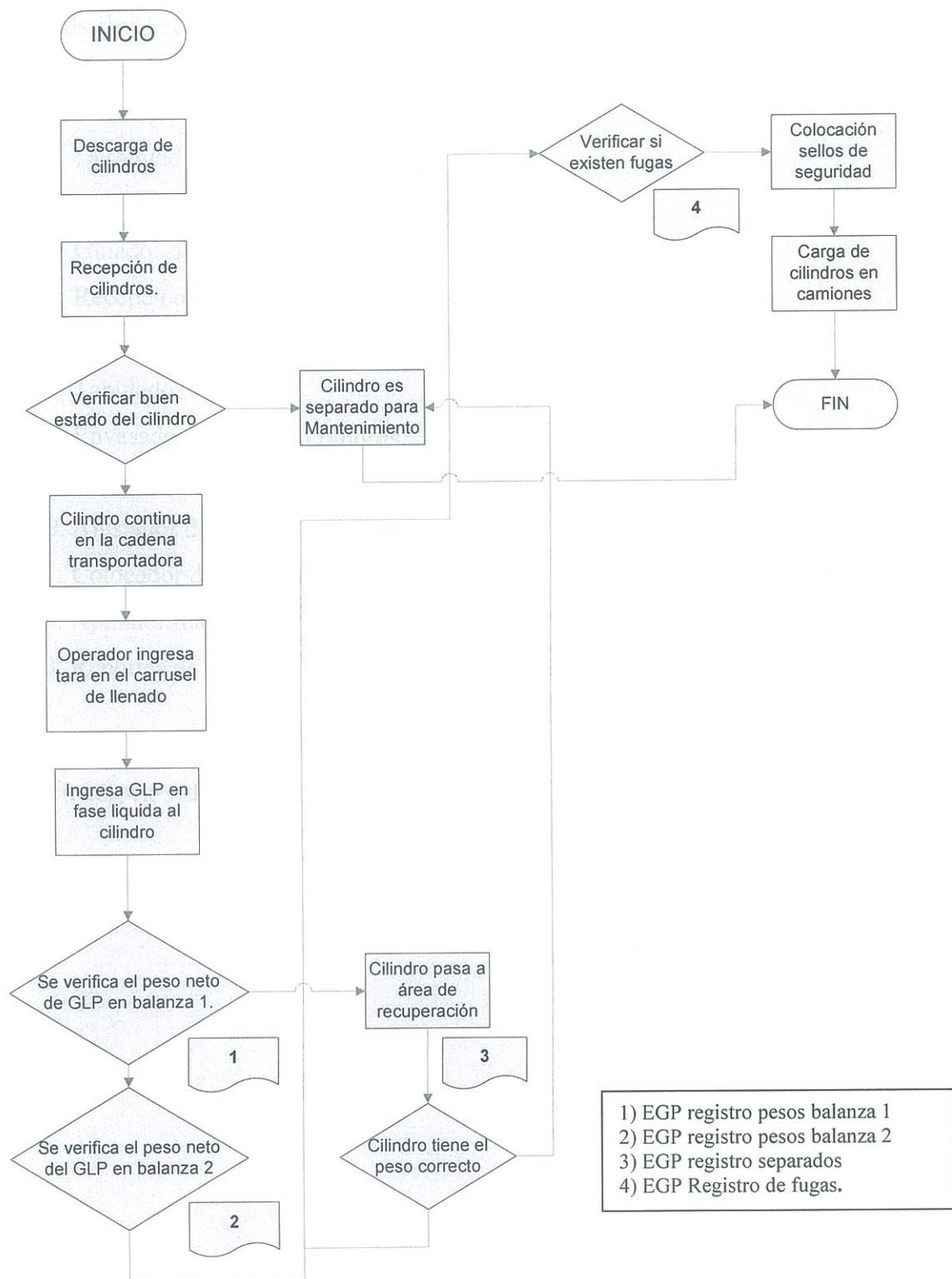
Una vez por día al inicio de la jornada se realiza un setup antes de arrancar con la producción, posteriormente el proceso tiene los siguientes límites:

Inicio: Descarga de cilindros

Fin: Carga de cilindros

2.5.1.3 Objetivos del proceso

- ◆ Producir 1200 cilindros llenos por hora.

Gráfico 17. Flujo de Operaciones Proceso envasado²²²² Creación Propia.

2.5.2 Fases del Proceso

Las fases del proceso de envasado son:

1. Descarga de cilindros.
2. Desapilado manual dentro del vehículo.
3. Acomodado en la descarga.
4. Guiador de avance
5. Recepción de cilindros
6. Enderezado de Asas
7. Tabulado
8. Envasado de GLP en cilindros.
9. Controlador de repesado.
10. Ajustador de peso.
11. Colocador de sellos de seguridad.
12. Apilador manual de cilindros llenos.
13. Reportes de Control.

2.5.3 Definiciones de actividades del proceso de envasado

A continuación, previa a la definición de las actividades, se ilustrará con gráficos el producto final del proceso para una mejor comprensión.

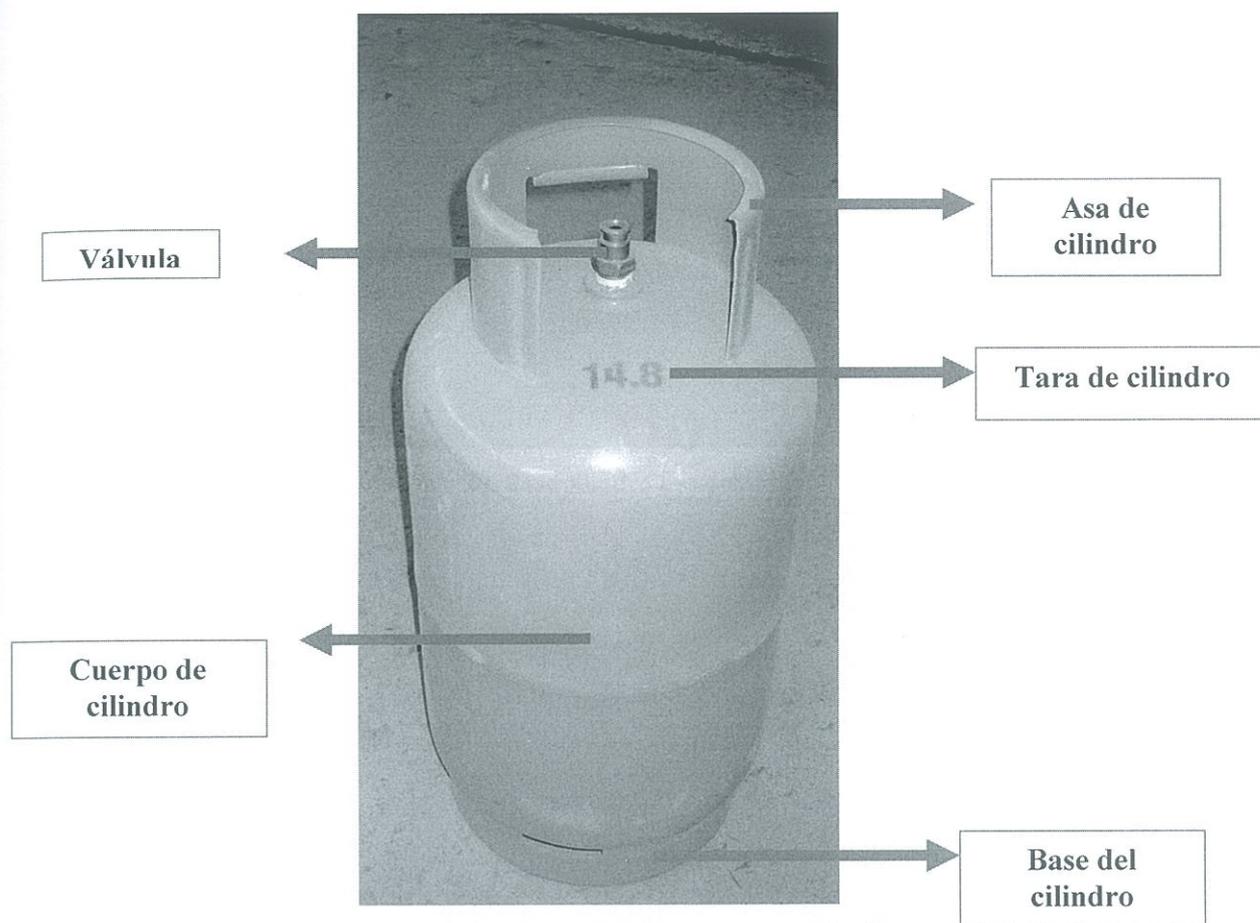


Gráfico 18. Partes del cilindro de uso doméstico²³

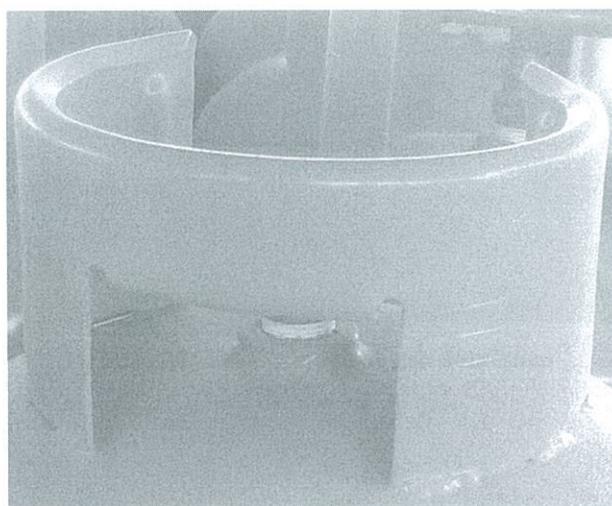


Gráfico 19. Asa cilindro doméstico²⁴

²³ Manual de Calidad. Envasadora Pifo.

²⁴ Manual de Calidad. Envasadora Pifo.

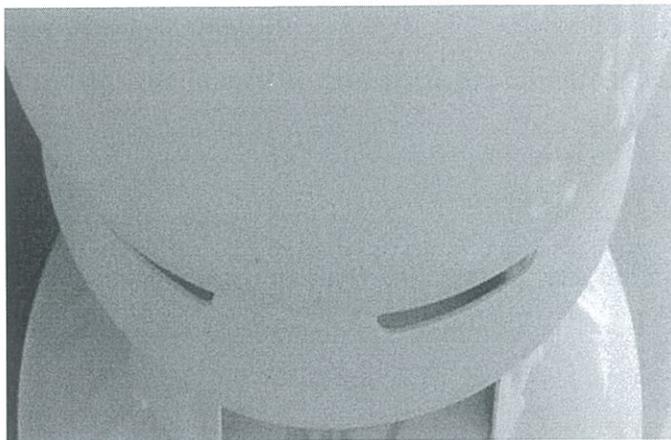


Gráfico 20. Base cilindro uso doméstico²⁵

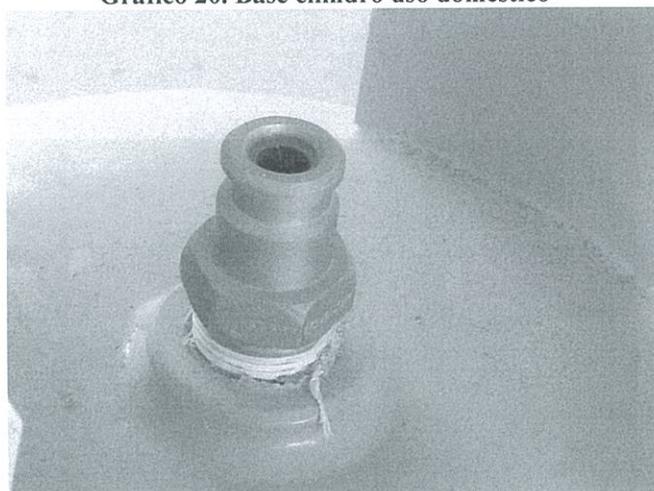


Gráfico 21. Válvula cilindro de uso doméstico.²⁶

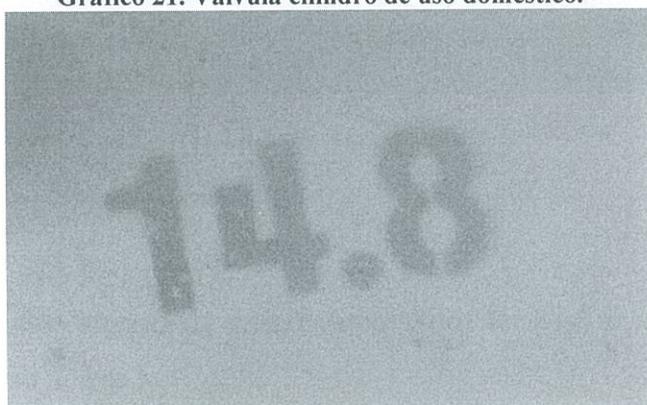


Gráfico 22. Tara cilindro de uso doméstico²⁷

²⁵ Manual de Calidad. Envasadora Pifo.

²⁶ Manual de Calidad. Envasadora Pifo.

²⁷ Manual de Calidad. Envasadora Pifo.

2.5.3.1 Descarga de cilindros

Es la operación mediante la cual se transporta los cilindros desde el vehículo hasta el muelle de envasado. Esta operación es manual.

2.5.3.2 Enderezado de Asa

Operación manual en la que el operario endereza el asa del cilindro para que este recupere forma estándar, se utiliza una herramienta metálica.

2.5.3.3 Tabulado

Actividad en la que el operador digita la tara en la balanza del cilindro vacío antes de ser llenado.

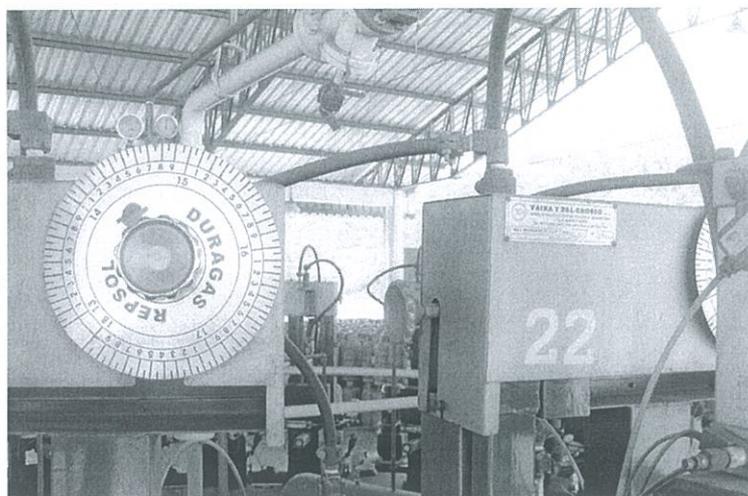


Gráfico 23. Tabulado.²⁸

2.5.3.4 Carrusel de llenado

Equipo en el que ingresa de manera automática GLP en fase líquida al cilindro, hasta completar el peso normado.

²⁸ Manual de Calidad. Envasadora Pifo.

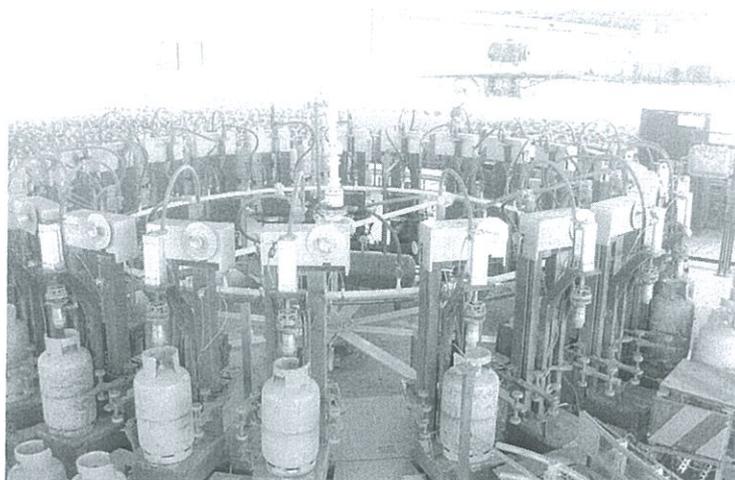


Gráfico 24. Carrusel de Llenado²⁹

2.5.3.5 Repesado

Operación en la cual se verifica que el peso neto del GLP actual del cilindro cumple con lo establecido en la normativa legal.



Gráfico 25. Balanza de Repesado.³⁰

²⁹ Manual de calidad. Envasadora Pifo.

³⁰ Manual de calidad. Envasadora Pifo.

2.5.3.6 Detección de fugas

Operación automática en la cual se verifica la hermeticidad en la válvula y porta válvula del cilindro.



Gráfico 26. Detectora de Fugas³¹

2.5.3.7 Colocación de sellos de seguridad

Actividad en la que se coloca el sello de seguridad sobre la válvula del cilindro cargado de GLP. Esta actividad puede ser manual o automática de acuerdo a la disponibilidad del material (sellos de seguridad).

³¹ Manual de Calidad. Envasadora Pifo.

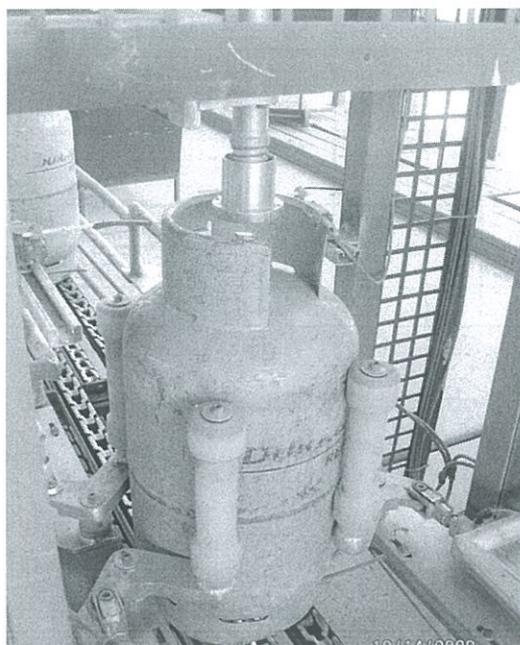


Gráfico 27. Colocadora Sellos de Seguridad³²

2.5.3.8 Carga de cilindros

Actividad manual mediante la cual el operario transporta los cilindros desde el muelle hasta el vehículo.

2.6 Análisis de Valor Agregado AVA

Tabla 2. Actividades AVA³³

ACTIVIDAD	VAC	VAN	P	M	E	I	A	T(s)
Se descargan cilindros en nave envasado		x						5
Operador verifica el estado del asa de cilindro						x		10
Operador rectifica el asa de cilindro		x						15
Cilindro ingresa al carrusel de llenado		x						30
Operador coloca tara del cilindro en balanza		x						10
Cilindro es llenado de GLP en fase líquida		x						70
Cilindro es transportado hacia las balanzas			x					10
Verificar peso en balanza 1						x		10
Verificar peso en balanza 2						x		10

³² Manual de Calidad. Envasadora Pifo.

³³ Creación Propia.

Cilindro es evacuado o completado	x							120
Se verifica si existen fugas en cilindros						x		5
Se coloca sellos de seguridad en cilindros	x							7
Cilindro es transportado hacia el muelle de descarga			x					20
Se cargan los cilindros en los camiones		x						5
Archivar en EGP datos							x	60
TOTAL								387

El tiempo de ciclo del proceso de envasado de acuerdo al análisis de valor agregado es: 387 segundos equivalentes a 6.45 minutos.

$$IVA_{actividad} = \frac{\sum actividades_VAN_y_VAC}{número_total_de_actividades} \times 100 = \frac{8}{15} \times 100 = 53.33\%$$

$$IVA_{tiempo} = \frac{\sum tiempo_VAN_y_VAC}{tiempo_total} \times 100 = \frac{262}{387} \times 100 = 67.70\%$$

El índice de valor agregado de las actividades actuales del proceso de envasado es de 53.33% y el índice de valor agregado del tiempo es de 67.70%. Para calcular estos índices se toma el tiempo de las actividades del VAC (actividades que agregan valor al cliente) y VAN (actividades que agregan valor a la empresa o al negocio), de acuerdo a estas definiciones la organización mantiene buenos niveles de los mismos, pero éstos pueden ser optimizados.

2.7 Equipo Definir

Con la ayuda de la gerencia y operarios el equipo de esta etapa está integrado así.

2.7.1 Miembros del Equipo Definir

- ◆ Jefe de Planta.
- ◆ Supervisor de Planta.
- ◆ Operador.

2.7.2 Divisiones involucradas

- ◆ Jefatura de Planta.
- ◆ Área de Producción.

2.7.3 Equipo de trabajo

El equipo de trabajo de la etapa Definir está integrado por:

- ◆ Jefe de Planta.
- ◆ Supervisor de Planta.
- ◆ Operador.
- ◆ Autor del proyecto.

2.7.4 Alcance Etapa Definir

La etapa Definir irá desde el análisis de los datos con los que se cuenta la organización: reportes diarios, estadísticas mensuales, reportes de gerencia, etc., hasta la definición del problema por medio de un enunciado claro y preciso.

2.8 Aplicación de herramientas del sistema DMAIC

En esta sección se utilizan las herramientas definidas en la sección 1.5.

2.8.1 Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas)

Factores	Análisis
<i>Fortalezas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Empresa líder en el mercado ecuatoriano en la comercialización de gas licuado de petróleo. - Alta experiencia laboral adquirida por sus empleados y directivos en cada departamento. - Procesos semiautomáticos para el envasado de gas. - Ubicación en un sector estratégico y céntrico que permite una correcta distribución. - Estabilidad y buen clima laboral por parte de sus empleados. - Marca consolidada en la mente de los clientes
<i>Oportunidades</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo continuo de producto de primera necesidad. - Posibilidad de crecimiento en el mercado por nuevas formas de construcción y distribución de gas. - Consolidación con productos de la competencia. - Incremento de uso de gas licuado de petróleo vehicular.
<i>Debilidades</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de trabajo en equipo. - Medios de comunicación defectuosos. - Falta de Publicidad y Marketing.
<i>Amenazas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Cercana ubicación de la competencia (a menos de 100 metros). - Mejor aceptación de productos por parte de la competencia.

Gráfico 28. Análisis FODA³⁴

2.8.2 Diagrama de afinidad

Se ha realizó un diagrama de afinidad, que muestra varias de las causas que responden a la pregunta:

¿Cuáles son los principales problemas de planta envasadora Pifo?

³⁴ Creación Propia.

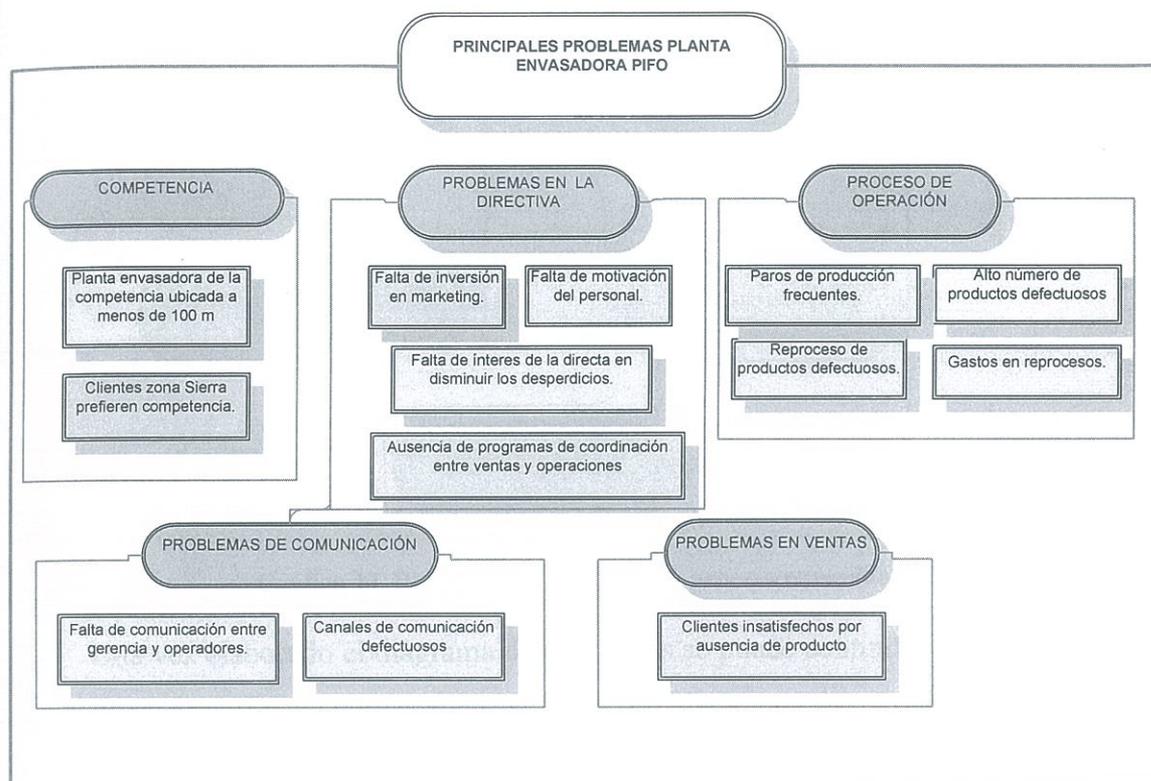


Gráfico 29. Diagrama de afinidad proceso envasado.³⁵

En el diagrama de afinidad del gráfico 29 se agruparon en cinco categorías todas las ideas expuestas con relación a la pregunta “¿cuáles son los principales problemas de planta Pifo? Estas son: problemas con la competencia, con la directiva, en el proceso de operación, en ventas y problemas de comunicación

2.8.3 Diagrama de interrelación

La base para realizar el diagrama de interrelación presentado a continuación es el diagrama de afinidad de la figura 29.

³⁵ Creación Propia.

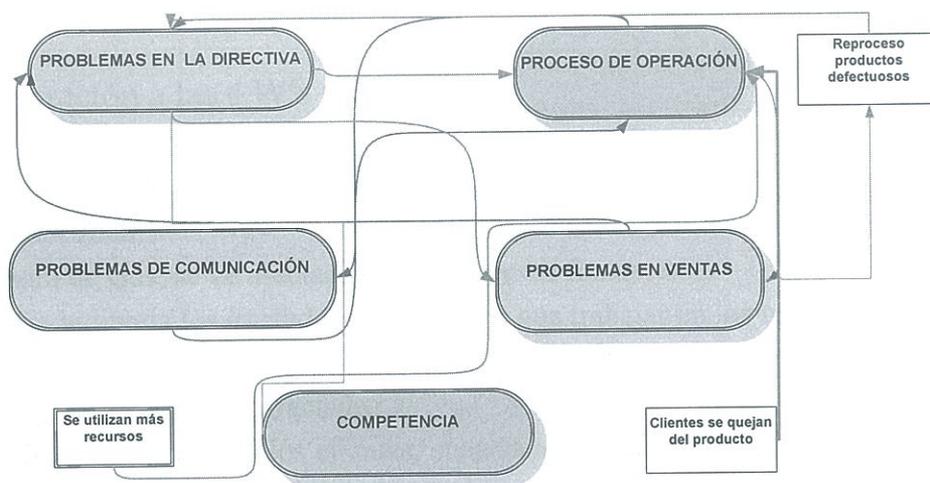


Gráfico 30. Diagrama interrelaciones proceso envasado³⁶

Una vez elaborado el diagrama de relaciones se puede continuar con la elaboración de la siguiente matriz con la que se puede visualizar claramente los problemas encontrados.

	1	2	3	4	5	Out	In	Total
1. Problemas con la directiva		→	→			2	0	2
2. Proceso de producción	←		→	←		1	2	3
3. Problemas Ventas	←	←		←		0	3	3
4. Problemas Comunicación		→	→			2	0	2
5. Competencia						0	0	0

Gráfico 31. Matriz de Interrelación.³⁷

Se puede observar que los temas con un número mayor tanto de entradas como de salidas son: proceso de producción y los problemas de ventas, luego de conversaciones con la gerencia se pudo establecer que estos dos temas están muy relacionados ya que de la demanda diaria depende cuanto se produzca, y según sus apreciaciones los principales problemas para la organización se encuentran en el área de producción, específicamente en los productos defectuosos y reproceso.

³⁶ Creación Propia.

³⁷ Creación Propia.

2.8.4 Contestación a las 4 W's y 1 H.

- **(Who?)** ¿Quién está siendo afectado?
 - Consumidor final.
 - Envasadora de Gas, se ve afectada en sus ingresos financieros.
 - De manera indirecta los operadores que tienen que trabajar en los re-procesos.

- **(What?)** ¿Qué está siendo afectado?
 - Imagen de la empresa ante los clientes, cuando se producen productos con defecto y se genera insatisfacción en los mismos.
 - Cantidad del producto vendido.
 - Ingresos Financieros.
 - Satisfacción de los empleados por su trabajo, cuando este entra a re-procesos.
 - Mala utilización de los Recursos de la Compañía.

- **(When?)** ¿Cuándo ocurren los síntomas?

Días comunes en los cuales la Planta envasa el gas doméstico a cualquier tiempo.

- **(Where?)** ¿Dónde afectan los síntomas?

En la línea de producción, congestionan la línea, o detienen el flujo normal del proceso.

- **(How?)** ¿Cuántas líneas o productos son los afectados?

Una línea de producción la de envasado, el producto afectado es el gas doméstico.

2.9 Declaración del problema

De acuerdo a los resultados obtenidos con la utilización de las distintas herramientas de la metodología Seis Sigma sistema DMAIC así como también basándose en la experiencia y conocimiento tanto de operadores como de la gerencia de la organización, se obtuvo la siguiente conclusión:

Existe un nivel considerable de productos defectuosos que salen de la línea de envasado y que transformado a costos representa un gasto de \$ 10.000 anuales. Se presume que las causas pueden estar ligadas al factor humano por aspectos como: fatiga, inoperancia, falta de capacitación, etc. de manera que es necesario analizar el proceso de

2.8.4 Contestación a las 4 W's y 1 H.

- **(Who?)** ¿Quién está siendo afectado?
 - Consumidor final.
 - Envasadora de Gas, se ve afectada en sus ingresos financieros.
 - De manera indirecta los operadores que tienen que trabajar en los re-procesos.

- **(What?)** ¿Qué está siendo afectado?
 - Imagen de la empresa ante los clientes, cuando se producen productos con defecto y se genera insatisfacción en los mismos.
 - Cantidad del producto vendido.
 - Ingresos Financieros.
 - Satisfacción de los empleados por su trabajo, cuando este entra a re-procesos.
 - Mala utilización de los Recursos de la Compañía.

- **(When?)** ¿Cuándo ocurren los síntomas?

Días comunes en los cuales la Planta envasa el gas doméstico a cualquier tiempo.

- **(Where?)** ¿Dónde afectan los síntomas?

En la línea de producción, congestionan la línea, o detienen el flujo normal del proceso.

- **(How?)** ¿Cuántas líneas o productos son los afectados?

Una línea de producción la de envasado, el producto afectado es el gas doméstico.

2.9 Declaración del problema

De acuerdo a los resultados obtenidos con la utilización de las distintas herramientas de la metodología Seis Sigma sistema DMAIC así como también basándose en la experiencia y conocimiento tanto de operadores como de la gerencia de la organización, se obtuvo la siguiente conclusión:

Existe un nivel considerable de productos defectuosos que salen de la línea de envasado y que transformado a costos representa un gasto de \$ 10.000 anuales. Se presume que las causas pueden estar ligadas al factor humano por aspectos como: fatiga, inoperancia, falta de capacitación, etc. de manera que es necesario analizar el proceso de

producción para realizar las correcciones necesarias. Estos productos defectuosos además de representar un costo para la planta, afectan negativamente la percepción del cliente hacia el producto, así como también ocasiona problemas a la organización con la Dirección Nacional de Hidrocarburos (DNH), organismo que constantemente está verificando el peso de los cilindros vendidos; su incumplimiento es sancionado con multas económicas y/o cierre de operaciones.

El problema puede enunciarse claramente de la siguiente manera: *“alto nivel de productos defectuosos en el proceso de llenado de cilindros de gas licuado de petróleo. GLP”*.

Se define como producto defectuoso al cilindro doméstico de 15 Kg. que no cumple con el peso normado por la DNH, ya sea por sobrepeso (sobre el límite), o bajo peso (por debajo del límite). El lugar donde ocurre el problema es la línea de producción, área de envasado de GLP. El producto defectuoso es separado al área de recuperación; lugar en el cual se evacúa o se completa con GLP al cilindro según sea el caso, luego el cilindro sigue el proceso normal, de lo contrario es enviado al área de mantenimiento.

CAPÍTULO TRES

En este capítulo se desarrolla la etapa Medir del sistema de mejora DMAIC anteriormente descrita en la sección 1.4.

3. ETAPA MEDIR

3.1 *Objetivos Etapa Medir*

En esta etapa se realizarán las medidas correspondientes al problema detectado en el capítulo dos, se analizarán los datos disponibles con ayuda de técnicas matemáticas y estadísticas, se obtendrán indicadores numéricos para posteriormente analizar las causas que los provocan.

3.2 *Información Etapa Medir*

Para establecer el indicador que permita medir el número de productos defectuosos del proceso de llenado de GLP definido en la etapa anterior, el equipo del Proyecto Seis Sigma a contestado las siguientes preguntas:

P: ¿Qué indicadores son aplicables para medir el proceso actual de llenado de GLP?

R: Debido a su relevancia, utilidad, y disponibilidad de datos se escogió el número de cilindros repesados diarios como un indicador aplicable para medir el proceso actual de llenado de GLP en cilindros de 15 Kg.

P: ¿Existe la información necesaria?

R: Sí, existe la información necesaria, actualmente la organización cuenta con el software SAP, y en el archivo EGP se registra la producción diaria así como los productos defectuosos de cada jornada.

P: ¿Cómo se puede medir?

R: El operario a cargo del área de repesado registra el número de productos defectuosos en cada jornada.

Una vez definido el indicador es necesario determinar la población y el tamaño de la muestra para posteriormente recolectar los datos. En planta Pifo la población estará formada por todos los cilindros envasados con GLP de 15 Kg. durante la jornada de trabajo que empieza 07:30 AM y termina según la demanda de los centros de acopio con una producción de 1200 tanques por hora. Aunque en este caso existe el registro diario del total de la población; se procede a tomar a determinar el tamaño de la muestra bajo principios estadísticos, con un nivel de confianza del 95%, esta medida es común y se la utiliza con frecuencia en la mayoría de análisis. Los datos siguen una distribución Wei Bull con los siguientes parámetros:

Distribution: Weibull
 Expression: $-0.001 + WEIB(112, 1.29)$
 Square Error: 0.037411

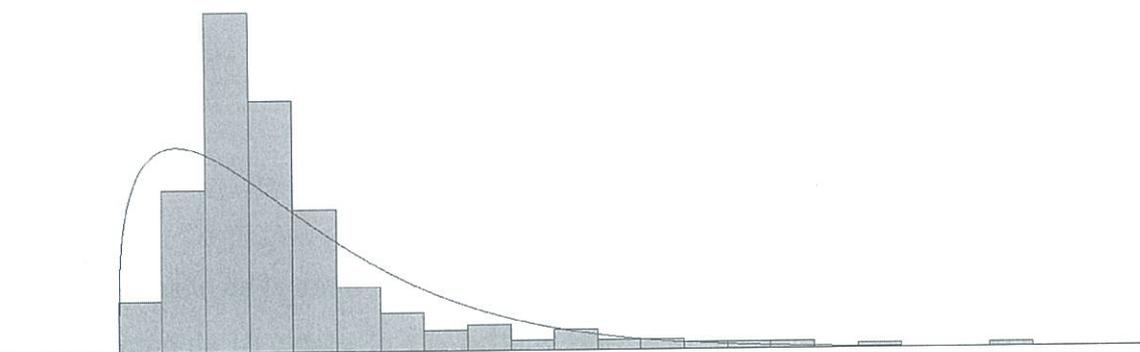


Gráfico 32. Distribución Beta Productos Defectuosos³⁸

Toda la información del gráfico 32 se obtuvo a partir de un análisis de datos en el software Arena 10.0 con la herramienta Input Analyzer ajustando los datos a una distribución, el resumen del mismo se presenta a continuación.

³⁸ Creación Propia

Tabla 3. Resumen Estadístico Productos defectuosos³⁹

Chi Square Test	
Number of intervals	11
Degrees of freedom	8
Test Statistic	133
Corresponding p-value	< 0.005
Kolmogorov-Smirnov Test	
Test Statistic	= 0.159
Corresponding p-value	< 0.01
Data Summary	
Number of Data Points	457
Min Data Value	0
Max Data Value	556
Sample Mean	105
Sample Std Dev	= 81.1

La distribución Weibull es la que más se aproxima a los datos ingresados, con un porcentaje de error de 0.03741, se realizaron dos pruebas de bondad de ajuste: Chi cuadrado y Kolmogorov Smirnov, en ambas se obtuvieron los valores más bajos.

Una vez determinada el nivel de confiabilidad y la distribución, el equipo Seis Sigma determina que se aceptará un error máximo del 2%, en antiguos estudios se ha encontrado un error del 5%, dato que también se utiliza para determinar el tamaño de muestra n.

$$n = Z^2PQ/E^2$$

$$n = 1.96^2(0.05)*(0.95)/0.02^2$$

$$n = 456.19 = 457 \text{ cilindros}$$

El tamaño de la muestra obtenido es 457 cilindros, el equipo Seis Sigma cuenta con la información de 18 meses, lo que permite superar el tamaño mínimo necesario para este análisis. La recolección de datos se realiza diariamente mediante observación directa.

3.3 Ejecución de las mediciones

³⁹ Creación Propia.

Una vez identificada la información necesaria para el estudio, se procede a realizar las mediciones. A continuación se presenta una tabla con el resumen de los cilindros repesados durante el tiempo definido.

Tabla 4. Productos defectuosos por mes⁴⁰

MES	CILINDROS REPESADOS
Enero (2008)	2434
Febrero (2008)	2288
Marzo (2008)	2129
Abril (2008)	1954
Mayo (2008)	1597
Junio (2008)	1512
Julio (2008)	1557
Agosto (2008)	1415
Septiembre (2008)	1611
Octubre (2008)	1919
Noviembre (2008)	2159
Diciembre (2008)	2173
Enero (2009)	2990
Febrero (2009)	3182
Marzo (2009)	3030
Abril (2009)	3069
Mayo (2009)	3182
Junio (2009)	7505

En base a la tabla 4, a continuación se presenta un resumen de los meses en los cuales el porcentaje de producto repesado es mayor.

Tabla 5. Meses con alto índice de productos defectuosos.⁴¹

MES	CILINDROS REPESADOS	Porcentaje Producción
Enero (2008)	2434	1.3
Febrero (2008)	2288	1.5
Marzo (2008)	2129	1.3
Noviembre (2008)	2159	1.6
Diciembre (2008)	2173	1.4
Enero (2009)	2990	2.1
Febrero (2009)	3182	2.4
Marzo (2009)	3030	2.2

⁴⁰ Archivos organización Planta Pifo.

⁴¹ Archivos organización Planta Pifo.

Abril (2009)	3069	2
Mayo (2009)	3182	2.4
Junio (2009)	7505	5.4

De acuerdo a la Tabla 5 los meses con un mayor índice de cilindros repesados en el año 2008 son: enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre, mientras que en el año 2009 los seis primeros meses presentan números altos de productos defectuosos.

En la sección 2.9 se identificó dos tipos de productos defectuosos, sobrepeso, bajo peso, este estudio se concentrará en el análisis de ambos tipos, debido a que ambos siguen el mismo reproceso en la nave de envasado de planta Pifo.

El siguiente paso es realizar las gráficas de control para cada uno de los meses en estudio para determinar si el proceso se encuentra o no bajo control.

Para el caso de la planta Pifo se realizarán las gráficas de control por atributos, el término atributo aplicado al control de calidad, se refiere a todas aquellas características que cumplen determinadas especificaciones o que no cumplen con ellas. (Besterfield, 1995).

El atributo en planta Pifo se refiere a un patrón que indica “pasa/no pasa” así se determina si se cumple con la especificación del peso normado.

El término “unidad no conforme” se aplicará para designar a la unidad de producto en la que esté presente al menos un elemento no conforme.

Las gráficas de control por atributos se construyen en base al número de unidades de productos conformes en donde:

p = proporción o fracción de no conformidad de la muestra o del subgrupo.

n = cantidad de elementos de la muestra o subgrupo.

np = cantidad de elementos no conformes, de la muestra o subgrupo.

El tamaño de la muestra o subgrupo (n) para la construcción de las gráficas en planta Pifo, no es constante. La muestra está definida como la producción diaria y ésta varía, pues depende de la demanda de los centros de acopio. El procedimiento fue adaptado para esta característica, de la siguiente manera:

a. Definir la característica de calidad

Se definió como la característica de calidad para realiza las gráficas de control por atributos el patrón: “pasa/no pasa” de acuerdo al peso del cilindro luego de ser envasado, con la tolerancia del proceso que es de ± 0.350 gr.

b. Escoger el subgrupo racional

El subgrupo racional escogido es un día de producción normal.

c. Reunir los datos necesarios.

Los datos necesarios provienen de los archivos de la organización.

d. Realizar los cálculos correspondientes

La información que se presenta a continuación corresponde a la gráfica de control del mes de mayo del 2008, todos los demás gráficas correspondientes al año 2008 y 2009 se encuentra en sección Anexos 2.

La notación para las gráficas de control es la siguiente.

UCL= límite inferior de control.

LCL = límite superior de control.

P promedio = es el promedio de fracción de no conformidad de los subgrupos, en este caso de cada día de producción. Es la suma de la cantidad de no conformidades dividida entre la suma de la cantidad de elementos inspeccionados.

P = es la fracción de no conformidad de un solo subgrupo, o día de producción. Se la puede visualizar en la gráfica pero no se utiliza para calcular los límites de control.

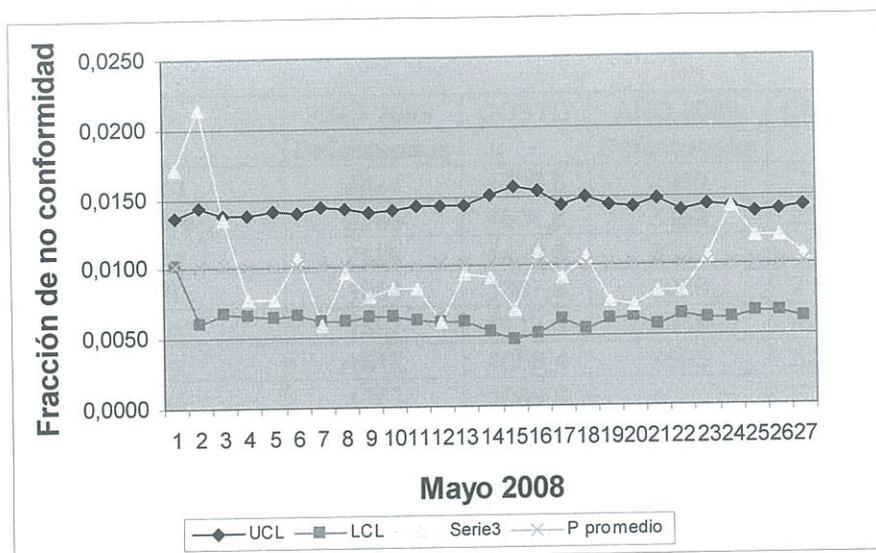


Gráfico 32. Gráfica de control mayo 2008.⁴²

La gráfica de control para el mes de mayo del 2008 muestra en los días 1, 6, 11, y 23 puntos fuera de control, el proceso no está controlado, las fracciones de no conformidad están fuera de los límites de especificación.

De la misma manera luego del análisis de cada una de las gráficas de control por parte del equipo Seis Sigma se concluye que el proceso no se encuentra bajo control, existen muchas anomalías y se muestran patrones de comportamiento, lo cual ratifica la necesidad de adoptar medidas que permitan mejorar la calidad y disminuir el nivel de producto defectuoso.

3.4 Medición de las Pérdidas Financieras Planta Pifo.

Se presentan algunos de los indicadores relacionados con las pérdidas financieras que se generan en el proceso de envasado de GLP. Estos costos están estimados de acuerdo a la información proporcionada por la organización del costo del reproceso del producto defectuoso.

⁴² Creación Propia.

Tabla 6. Costos financieros productos defectuosos⁴³

MES	AÑO 2008	COSTO	AÑO 2009	COSTO
	Defectuosos		Defectuosos	
Enero	2434	1703,8	2990	2093
Febrero	2288	1601,6	3182	2227,4
Marzo	2129	1490,3	3030	2121
Abril	1954	1367,8	3069	2148,3
Mayo	1597	1117,9	6019	4213,3
Junio	1512	1058,4	7505	5253,5
Julio	1557	1089,9		
Agosto	1415	990,5		
Septiembre	1611	1127,7		
Octubre	1919	1343,3		
Noviembre	2159	1511,3		
Diciembre	2173	1521,1		
TOTAL	15923,6			18056,5
AÑO 2008+AÑO 2009	\$ 33.980,1			

Como se puede ver en la tabla 6, las pérdidas generadas a causa de productos defectuosos asciende a 16 mil dólares en el año 2008, y 18 mil dólares en lo que va del año 2009, por lo que es de gran interés para le empresa el mejoramiento de este proceso.

3.5 DPMO del proceso y nivel Sigma

Para la determinación de los defectos por millón de oportunidades (DPMO), el equipo de trabajo del proyecto Seis Sigma elaboró la tabla que se presenta a continuación con la producción total por mes, así como también el número de productos defectuosos, en ambos casos se obtiene el total.

⁴³ Creación Propia.

Tabla 7. Índices de producción y productos defectuosos (2008-2009)⁴⁴

MES	AÑO 2008		AÑO 2009	
	Defectuosos	Total Producción	Defectuosos	Total
Enero	2434	182499	2990	139881
Febrero	2288	147926	3182	133013
Marzo	2129	163294	3030	140260
Abril	1954	164150	3069	150025
Mayo	1597	152124	6019	136649
Junio	1512	151540	7505	138977
Julio	1557	175635		
Agosto	1415	159624		
Septiembre	1611	162893		
Octubre	1919	159182		
Noviembre	2159	133583		
Diciembre	2173	150814		
SUMA TOTAL:	48543	2742069		

Dado que los datos considerados ascienden a más de 2 millones de cilindros envasados, se procede a extrapolar los mismos a un millón de productos para obtener el nivel sigma.

Desperdicios por millón de oportunidades: $DPMO = 17703$

Nivel Sigma $\sigma = 3.60$

El nivel sigma actual del proceso de envasado de planta Pifo es 3.60, este valor si bien está dentro de promedio de la mayoría de procesos industriales, este puede ser mejorado en un mediano plazo hasta un nivel cuatro, y como meta organizacional con programas de mejoramiento continuo se podría llegar a un nivel seis sigma.

3.6 Análisis de las mediciones

El equipo Seis Sigma cree necesario formular y responder las siguientes preguntas sobre el proceso de medición.

⁴⁴ Creación Propia.

P: *¿Cuán bien está funcionando el proceso en la actualidad?*

R: Según los datos calculados para el nivel sigma, se puede decir que el proceso funciona de una manera inadecuada e inestable, debido a que el porcentaje de desperdicios anual de año 2008 es del 1.2% mientras en el año 2009 es de 3.1% (en el año 2009 únicamente se están considerando los seis primeros meses).

P: *¿Cuán bien el proceso puede funcionar?*

R: El proceso podría funcionar a un nivel sigma 4, una vez ejecutadas las mejoras que el equipo del Proyecto Seis Sigma determine, y como meta organizacional a largo plazo se podría llegar a un nivel sigma seis.

P: *¿Cuán a menudo ocurren las fallas?*

R: Las fallas ocurren diariamente, no existe un patrón de circunstancias especial para estas y se registran todos los días.

P: *¿Cuánto cuestan esos defectos?*

R: Anualmente la Planta Envasadora Pifo tiene pérdidas financieras aproximadas de \$1000 (Este valor se obtuvo usando la tabla de costos definida anteriormente en la fase de medición.)

4. FASE ANALIZAR

4.1 *Objetivos Etapa Analizar*

- ◆ Determinar las causas que generan la variación en el proceso de envasado de GLP en planta Pifo.

4.2 *Equipo Etapa Analizar*

Los miembros del equipo Seis Sigma de la etapa Definir también formarán parte en esta etapa.

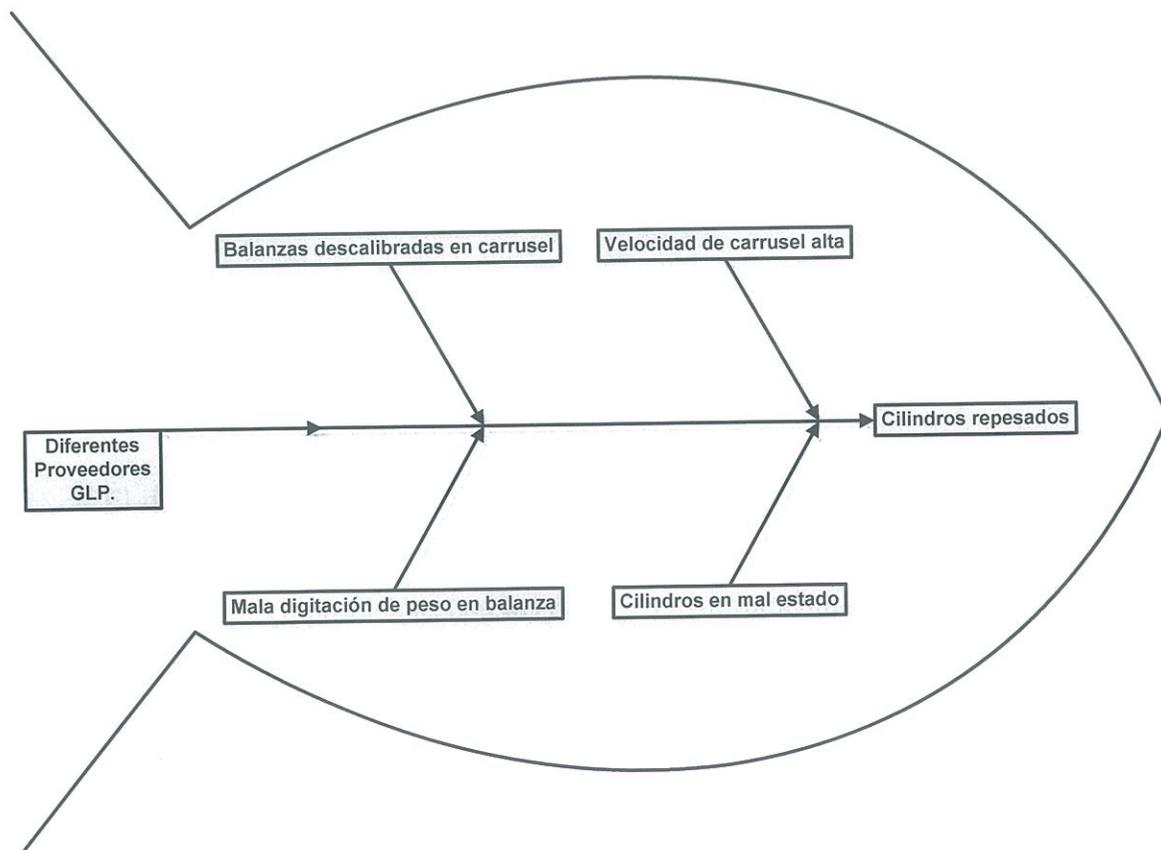
4.3 *Aplicación de Herramientas del Sistema DMAIC*

Para determinar las causas de la variación del proceso de envasado se utilizó las siguientes herramientas:



Gráfico 33. Lluvia de Ideas⁴⁵

La lluvia de ideas muestra las principales causas por las que se piensa que existe productos defectuosos en planta Pifo.



⁴⁵ Creación Propia.

Gráfico 34. Diagrama causa-efecto productos defectuosos⁴⁶

De acuerdo al gráfico 34 entre las posibles causas del producto repesado son: balanzas descalibradas carrusel, velocidad alta de carrusel, mala digitación balanza, cilindros en mal estado y la diferencia en calidad de GLP ya que se trabaja con dos proveedores diferentes.

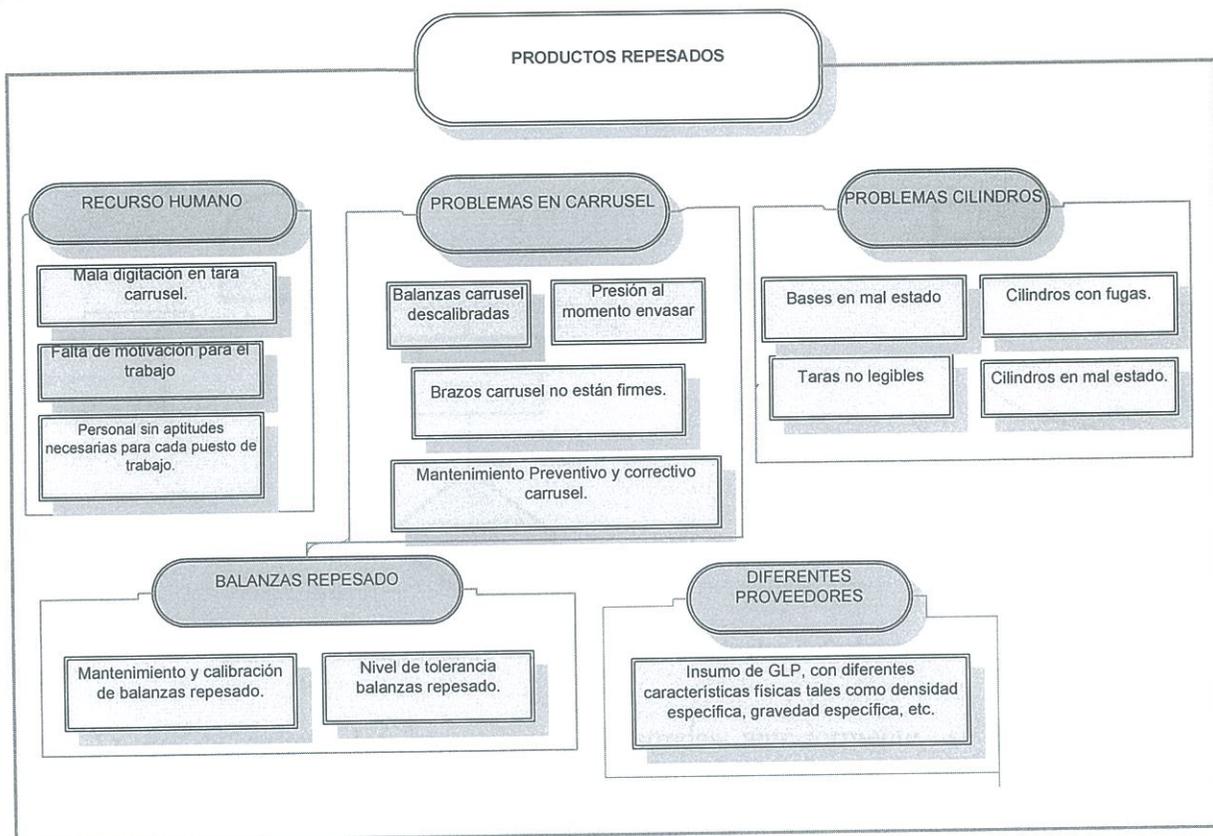


Gráfico 35. Diagrama de afinidad productos defectuosos⁴⁷

El diagrama de afinidad del gráfico 35, muestra de manera agrupada cada una de las ideas del equipo Seis Sigma, los grupos son: problemas con el recurso humano, problemas en carrusel, problemas con los cilindros. Nuevamente se puede observar que los problemas en el carrusel forman parte de esta herramienta.

⁴⁶ Creación Propia.

⁴⁷ Creación Propia.

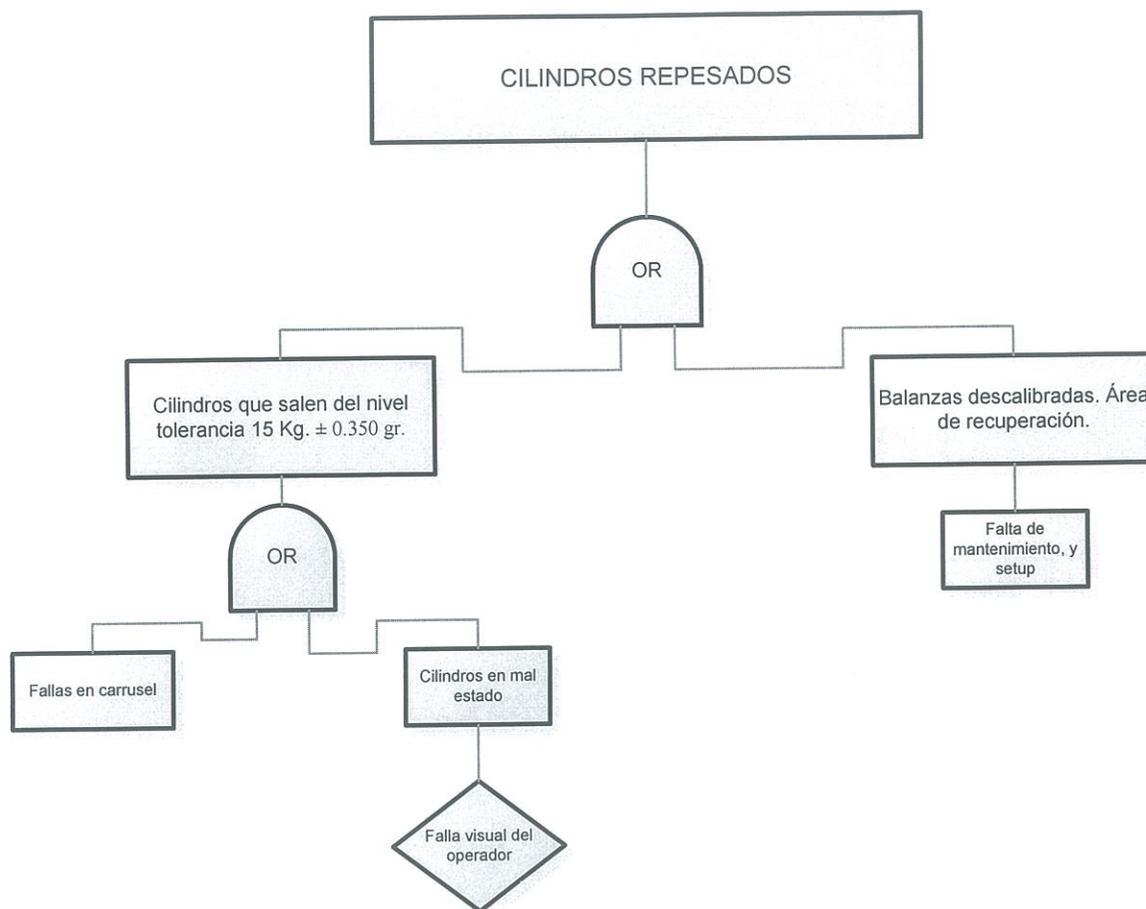


Gráfico 36. Diagrama de árbol de fallas productos defectuosos⁴⁸.

Luego de aplicar las herramientas mostradas anteriormente, se identifica un elemento común en todas, “fallas en el carrusel, problemas con el personal, y diferentes condiciones de GLP de los proveedores. El equipo Seis Sigma estima conveniente analizar estos tres aspectos., para encontrar las causas que generan los productos defectuosos.

4.3 Análisis Carrusel, Personal y Proveedores.

En esta sección se analizan las tres razones principales que se encontraron mediante la aplicación de las herramientas del sistema DMAIC.

⁴⁸ Creación Propia.

4.3.1 Análisis Carrusel

Antes de realizar el análisis del carrusel, es necesario comprender su funcionamiento y cada una de las partes que lo conforman. A continuación una breve explicación del mismo.

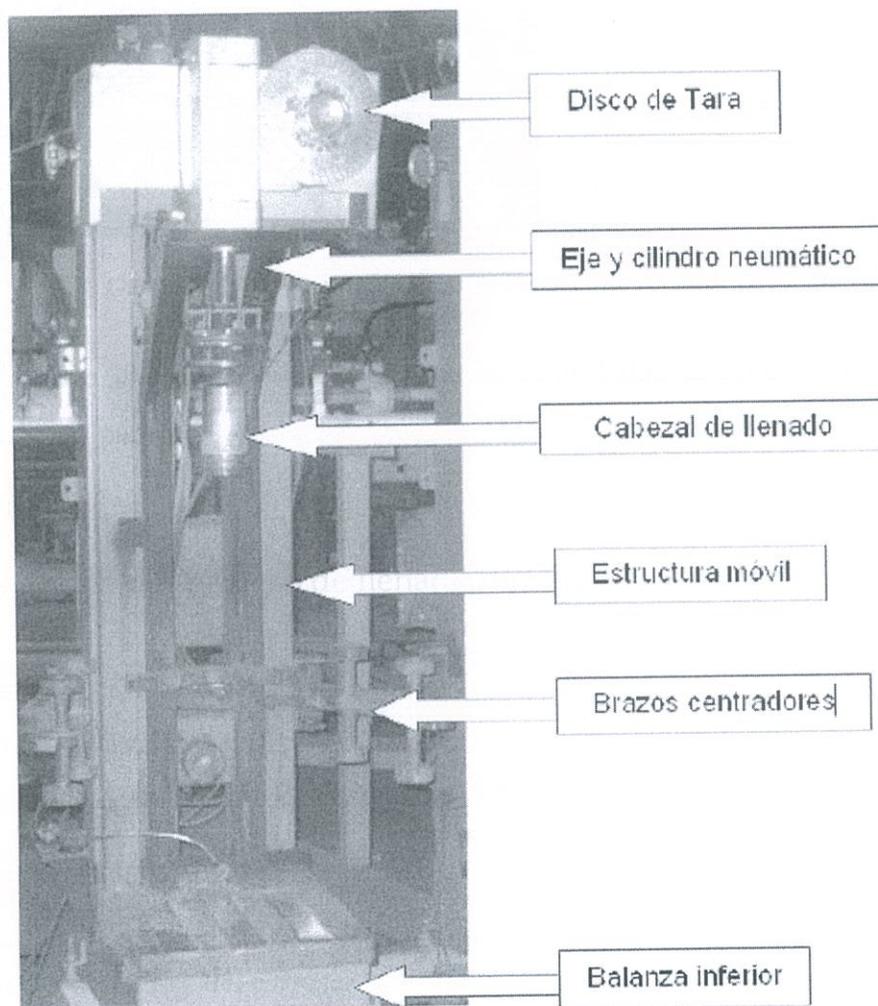


Gráfico 37. Balanzas de Carrusel.⁴⁹

En el gráfico 37 se puede apreciar una imagen de una de la balanzas del carrusel de llenado y cada una de sus partes.

⁴⁹ Manual de calidad Planta Pifo.

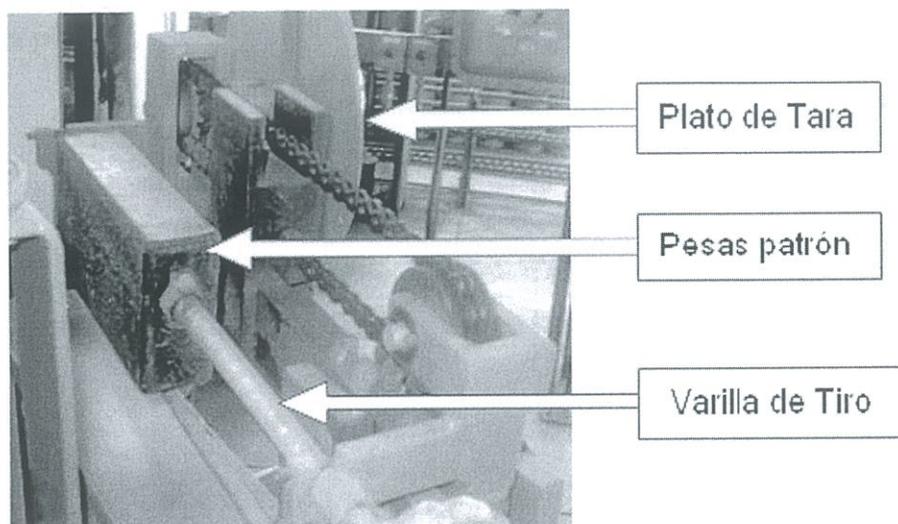


Gráfico 38. Vista superior balanza carrusel de llenado⁵⁰

En el gráfico 38 se aprecia una vista superior de las balanzas del carrusel de llenado con cada una de sus partes.

4.3.1.1 Flujograma del proceso de llenado de GLP.

Datos informativos:

Macroproceso: Envasado de GLP

Proceso: Envasado de gas de uso doméstico de 15 Kg.

Límites del proceso

Inicio: Ingresar cilindro de 15 Kg. al carrusel de llenado.

Fin: Sale cilindro de 15 Kg. del carrusel de llenado.

Objetivos del proceso:

Envasar al menos el 80% de la programación de los cilindros de 15 Kg.

Participantes del proceso:

1. Operadores

Fecha de elaboración: 11/11/2009

Elaborado por: Mayra Vizcaíno G.

⁵⁰ Manual de Calidad Planta Pifo.

Revisado por: Ing. Andrés Ribadeneira.
Autorizado por:

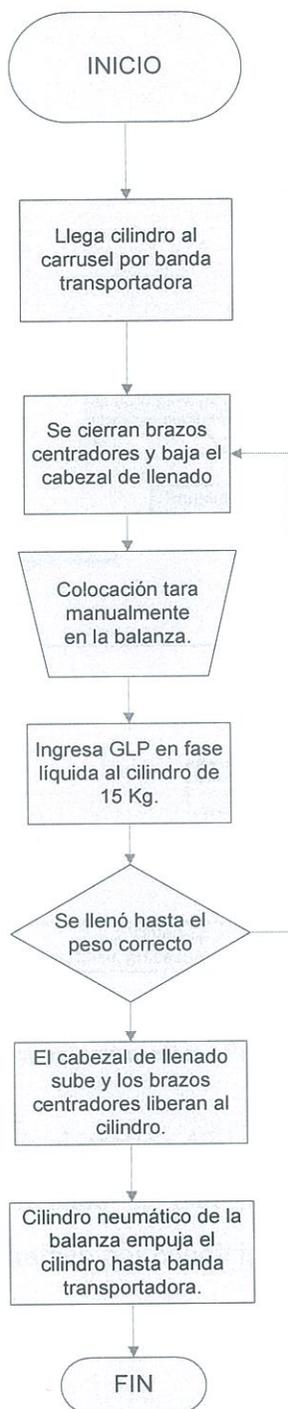


Gráfico 39. Flujograma carrusel de llenado⁵¹

⁵¹ Creación Propia.

Una vez que comprendido el carrusel de llenado, a continuación se utilizan las herramientas del sistema DMAIC para encontrar las causas que pueden generar su mal funcionamiento.

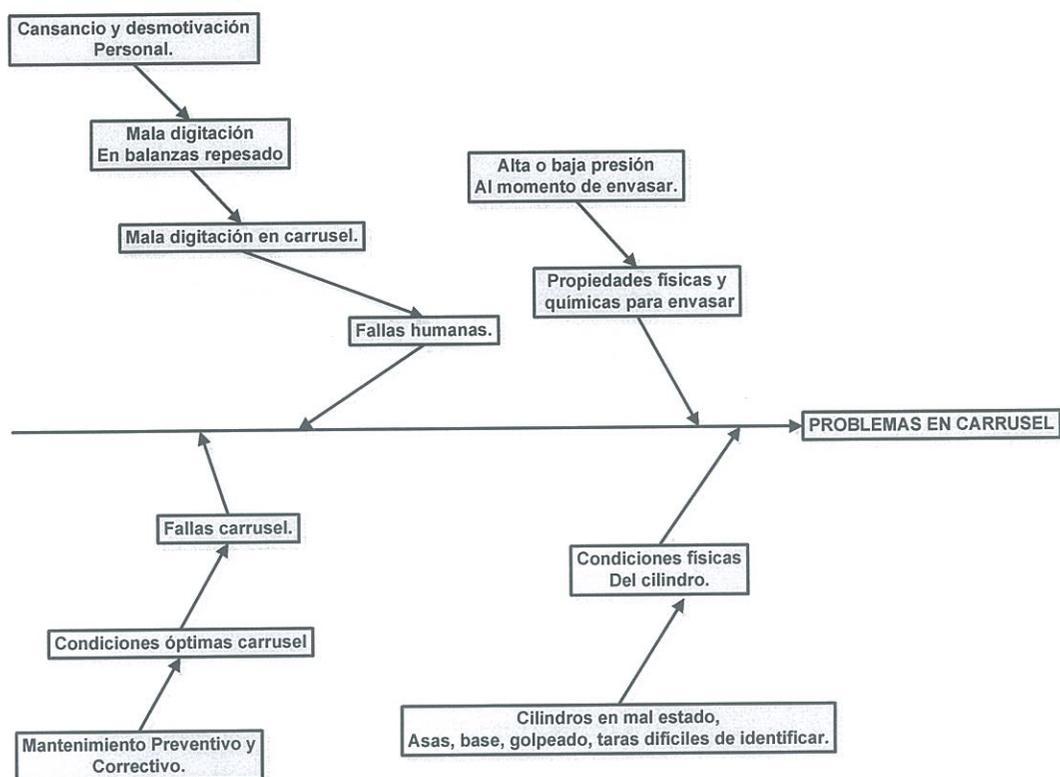


Gráfico 40. Diagrama causa-efecto Problemas en carrusel⁵²

Como se puede observar en el gráfico 40 las principales causas de los problemas que ocurren en el carrusel de llenado se dan por fallas humanas, (equivocaciones, cansancio, fatiga, etc.), así como también por condiciones propias del carrusel como: brazos desalineados, balanzas descalibradas, etc. .

⁵² Creación Propia.

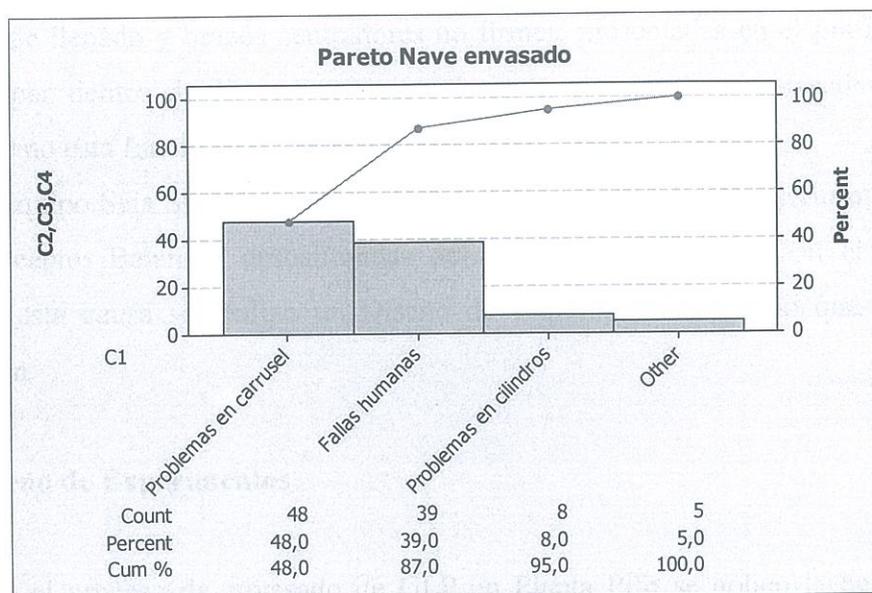


Gráfico 41. Pareto nave envasado⁵³

De acuerdo al gráfico 41, las razones que causan la mayor parte de problemas en la nave de envasado son los problemas en el carrusel, las fallas humanas y, a continuación se desglosarán las mismas.

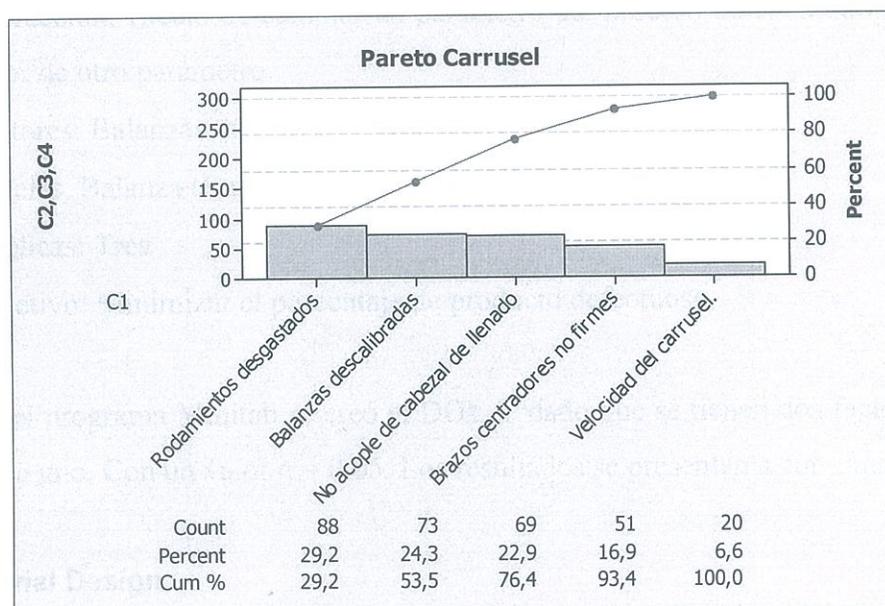


Gráfico 42. Pareto Carrusel⁵⁴

⁵³ Creación Propia.

⁵⁴ Creación Propia.

Las principales causas: rodamientos desgastados, balanzas descalibradas, no acople de cabezal de llenado y brazos centradores no firmes, presentadas en el gráfico 43 se las puede agrupar dentro de lo que es mantenimiento preventivo y correctivo, este plan actualmente no está funcionando en planta Pifo.

El Equipo Seis Sigma agrupó todas las causas mencionadas anteriormente bajo un mismo concepto: Balanzas descalibradas del carrusel de llenado. Con el objetivo de comprobar esta causa se realizó un Diseño de Experimentos, mismo que se detalla a continuación.

4.3.1.2 Diseño de Experimentos

Para el proceso de envasado de GLP en Planta Pifo se aplicó la herramienta de Diseño de Experimentos (DOE) con fin de encontrar las variables más influyentes sobre el proceso, y comprobar las causas encontradas anteriormente en la fase Analizar.

Los parámetros escogidos por el equipo Seis Sigma, para realizar el Diseño de Experimentos son:

- ◆ Interacción: Efecto de cambiar un parámetro del proceso de envasado depende del valor de otro parámetro.
- ◆ Factores: Balanzas de Carrusel, Operadores.
- ◆ Niveles. Balanza (Calibrada, Descalibrada), Operador (A, B)
- ◆ Réplicas: Tres
- ◆ Objetivo: Minimizar el porcentaje de producto defectuoso.

En el programa Minitab se creó el DOE 2^2 dado que se tienen dos factores con dos niveles cada uno. Con un valor $\alpha = 0.05$. Los resultados se presentan a continuación:

Full Factorial Design

Factors:	2	Base Design:	2. 4
Runs:	12	Replicates:	3
Blocks:	1	Center pts (total):	0

All terms are free from aliasing.

Factorial Fit: Rechazados versus Balanza. Operador

Estimated Effects and Coefficients for Rechazados (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		8,083	0,7360	10,98	0,000
Balanza	-7,500	-3,750	0,7360	-5,10	0,001
Operador	-1,167	-0,583	0,7360	-0,79	0,451
Balanza*Operador	1,833	0,917	0,7360	1,25	0,248

S = 2,54951 R-Sq = 77,86% R-Sq(adj) = 69,56%

Analysis of Variance for Rechazados (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	2	172,83	172,83	86,417	13,29	0,003
2-Way Interactions	1	10,08	10,08	10,083	1,55	0,248
Residual Error	8	52,00	52,00	6,500		
Pure Error	8	52,00	52,00	6,500		
Total	11	234,92				

Estimated Coefficients for Rechazados using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	8,08333
Balanza	-3,75000
Operador	-0,583333
Balanza*Operador	0,916667

Effects Plot for Rechazados

Alias Structure

I

Balanza
 Operador
 Balanza*Operador

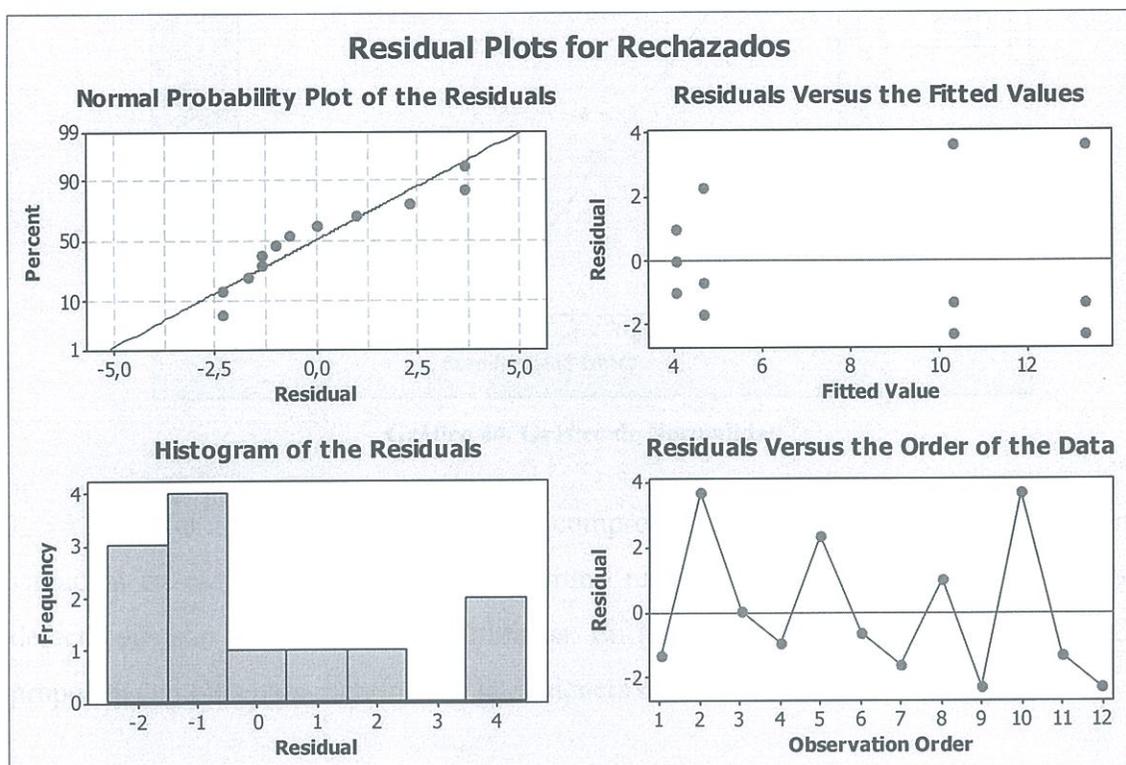


Gráfico 43. Gráficos DOE⁵⁵

Con el Gráfico 43 se puede validar el experimento ya que los datos cumplen con la prueba de normalidad y los residuos no siguen un patrón lo que significa que los datos vienen de poblaciones con varianzas similares.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla Estimated Effects and Coefficients el efecto que resulta significativo en el proceso de envasado es: Balanzas, al utilizar un valor $\alpha = 0.05$ éste factor es estadísticamente significativo debido a su valor p es menor a 0.05.

El factor: Operadores no es estadísticamente significativo ya que su valor p es mayor a 0.05, la interacción entre estos dos factores tampoco es significativa.

⁵⁵ Creación Propia.

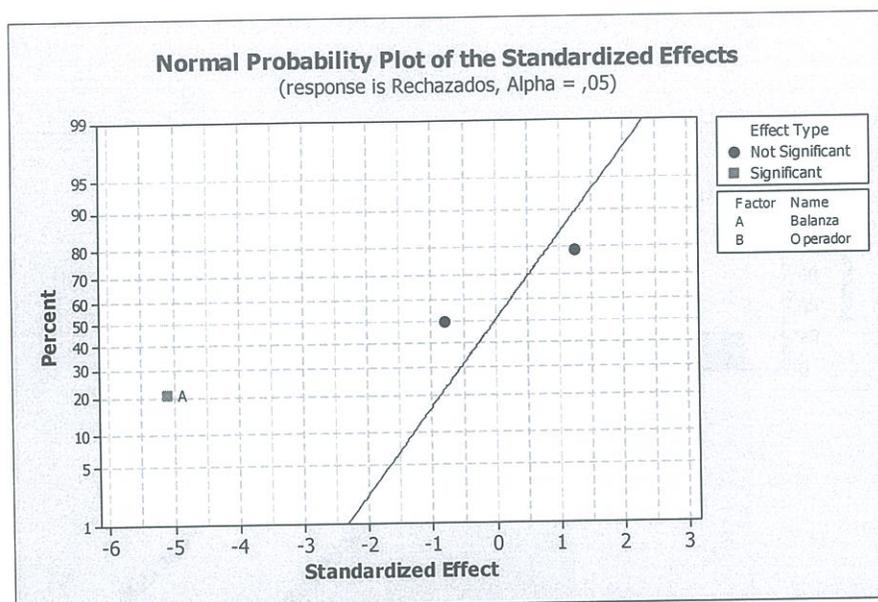


Gráfico 44. Gráfico de Normalidad⁵⁶

Con el DOE realizado se pudo comprobar que una de las causas que genera variación en el proceso de envasado y como resultado un alto porcentaje de productos defectuosos son las balanzas descalibradas. En la etapa Mejorar del sistema DMAIC, se proponen cambios para incrementar la eficiencia de este proceso.

4.3.2 Análisis Fallas Humanas

El personal es un recurso muy importante de la organización, su desempeño afecta los niveles de producción y productividad, en Planta Pifo el personal no cumple con sus funciones a cabalidad, existe alto nivel de ausentismo, y trabajo ineficiente. Se utilizó la herramienta Diagrama de Pareto para determinar las posibles causas de las fallas del personal.

⁵⁶ Creación Propia.

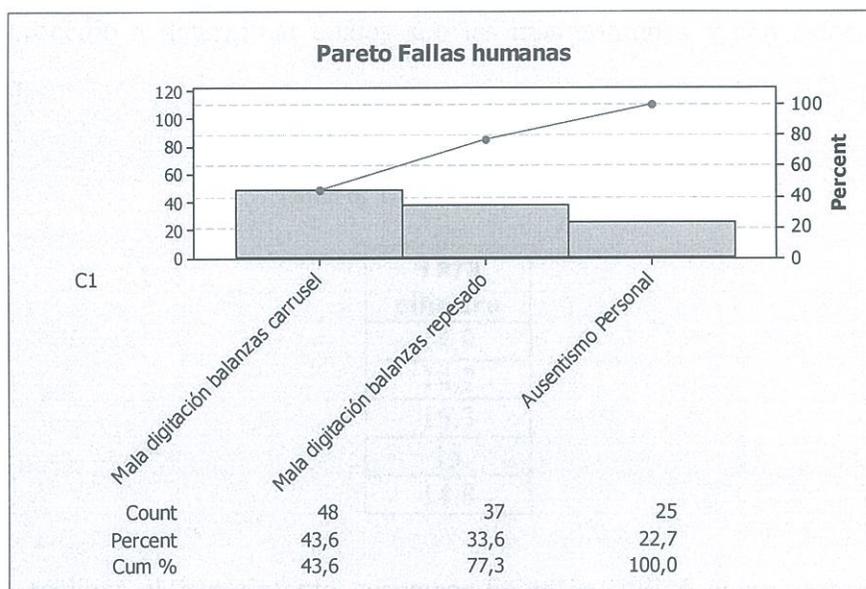


Gráfico 45. Pareto Fallas Humanas

Las principales fallas humanas en la nave de envasado son: mala digitación en balanzas de carrusel, mala digitación en balanzas de repesado, y el ausentismo del personal. Estas tres causas se las puede agrupar dentro de los temas: falta de motivación, incorrecta designación y colocación de los puestos de trabajo colocación. Actualmente no está definido el perfil para ninguno de los puestos dentro de la nave de envasado, su selección es instintiva y carece de un análisis profundo, tampoco existe rotación del personal lo cual da a lugar a aburrimiento y fatiga.

Para comprobar si el personal introduce variabilidad al proceso se realizó un Análisis G&G de Repetibilidad y Reproducibilidad cuya aplicación y resultados se muestran a continuación:

4.3.2.1 Análisis R&R

Para determinar la confiabilidad en las mediciones, y determinar la variabilidad que los operadores ingresan al proceso de envasado se realizó un análisis de Repetibilidad y Reproducibilidad (R&R). En este caso en específico, la Repetibilidad es la variación en la colocación de taras (valores numéricos del peso del cilindro vacío impresos en el mismo)

La Reproducibilidad es la diferencia entre las mediciones de los dos operadores en el mismo carrusel de llenado y las mismas taras. Debido a la gran cantidad de taras que existen se procedió a determinar cuáles son las más comunes y con estos se realizó el experimento.

Tabla 8. Taras cilindros vacíos

Tara cilindro
14.9
14.7
15.3
15
14.8

Para realizar el experimento correspondiente se utilizó el programa Minitab, se generó primero un Diseño de Experimentos DOE de dos factores con dos niveles cada uno. Con la opción General Full Factorial con los siguientes parámetros:

- ◆ Interacción: Efecto de cambiar un parámetro del proceso de medición depende del valor de otro parámetro.
- ◆ Factores: Valores Taras, Operadores.
- ◆ Niveles. Valores Taras (Números), Operador (A, B)
- ◆ Réplicas: Cuatro
- ◆ Objetivo: Minimizar el producto defectuoso.

Los factores son dos: valores taras, y los operadores. Los niveles de valores de tara se describieron anteriormente, los operadores son dos, la variable de respuesta es el valor que fue ingresado en la balanza del carrusel de llenado de acuerdo al valor de la tara, se realizaron cuatro réplicas de por cada operador.

Una vez generado el experimento se ingresaron las variables de respuesta, para el análisis de los datos se escogió la Herramienta de Calidad: Gage R&R Study Crossed con la opción ANOVA para realizar el análisis de varianza.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Gage R&R Study - ANOVA Method

Gage R&R for TARAS INGRESADAS

Gage name: TARAS INGRESADA POR OPERADOR
 Date of study: TARAS INGRESADAS
 Reported by: Mayra Vizcaíno G.
 Tolerance:
 Misc:

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
TARAS	4	5,70437	1,42609	67,8083	0,001
OPERADORES	1	0,24025	0,24025	11,4235	0,028
TARAS * OPERADORES	4	0,08413	0,02103	0,2349	0,916
Repeatability	30	2,68625	0,08954		
Total	39	8,71500			

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
TARAS	4	5,70437	1,42609	17,5020	0,000
OPERADORES	1	0,24025	0,24025	2,9485	0,095
Repeatability	34	2,77038	0,08148		
Total	39	8,71500			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0,089420	34,73
Repeatability	0,081482	31,64
Reproducibility	0,007938	3,08
OPERADORES	0,007938	3,08
Part-To-Part	0,168077	65,27
Total Variation	0,257497	100,00

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 * SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0,299032	1,79419	58,93	1794,19
Repeatability	0,285450	1,71270	56,25	1712,70
Reproducibility	0,089098	0,53459	17,56	534,59
OPERADORES	0,089098	0,53459	17,56	534,59
Part-To-Part	0,409971	2,45983	80,79	2459,83
Total Variation	0,507441	3,04465	100,00	3044,65

Number of Distinct Categories = 1

Gage R&R for TARAS INGRESADAS

ESTUDIO G&G PARA EL PROCESO DE ENVASADO GLP

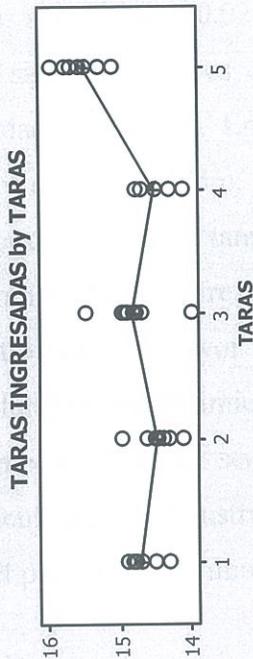
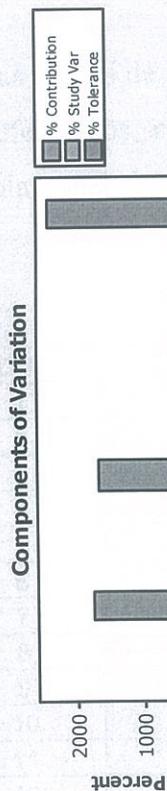
Reported by: Mayra Vizcaino G.

Gage name: TARAS INGRESADA POR OPERADOR

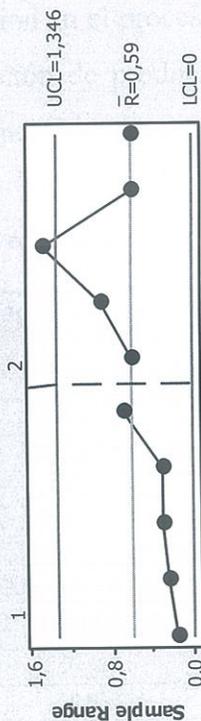
Tolerance:

Date of study: TARAS INGRESADAS

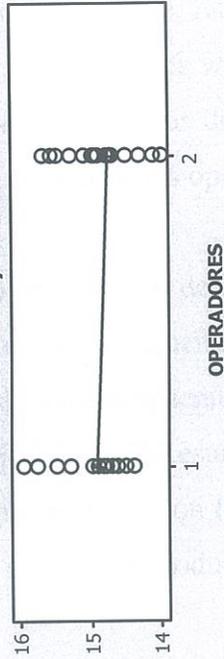
Misc:



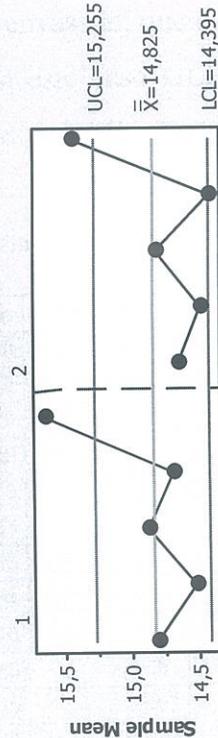
R Chart by OPERADORES



TARAS INGRESADAS by OPERADORES



Xbar Chart by OPERADORES



OPERADORES * TARAS Interaction

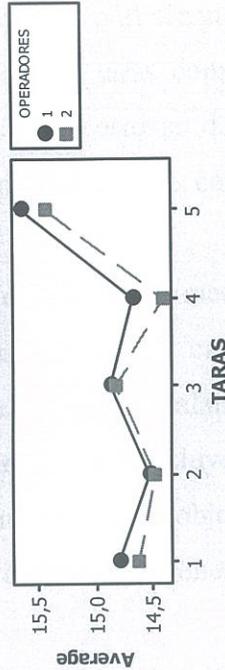


Gráfico 46. Gráficos G&G

Se puede observar en la tabla de resultados que los valores p correspondientes para los operadores y taras son: 0.001 y 0.028 respectivamente. Estos valores p al ser menores a 0.05 son estadísticamente significativos, es decir, que tanto el valor de las taras como los operadores aportan variabilidad al proceso. En el caso del valor de las taras esto se debe a los valores numéricos propios de cada cilindro. Para el caso de los operadores el análisis comprobó que éstos no digitan el valor correcto de la tara.

Según Aranda (1999) entre las posibles causas de la variación en las medidas para cuando el valor de repetibilidad es mayor que el de reproducibilidad como en el caso del proceso de envasado están: falta de mantenimiento de los instrumentos de medición (Balanzas), la ubicación del sistema de medición deben ser mejorados. De esta manera, se concluye la necesidad de realizar un mantenimiento del instrumento de medición (Balanzas) con el objetivo de reducir la variabilidad en el proceso y disminuir el número de productos defectuosos generados.

4.3.3 Análisis Proveedores

Otra de las causas de la desviación en el proceso de envasado, que da como consecuencia los productos defectuosos, es la variación de producto, en este caso GLP. A continuación se presenta una tabla con la gravedad específica promedio de cada día durante los últimos cinco meses.

Tabla 9. Gravedad específica promedio por día⁵⁷

DIA	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre
1	0,543	0,539	0,549	0,558	0,540
2	0,543	0,539	0,549	0,557	0,548
3	0,538	0,534	0,559	0,565	0,552
4	0,539	0,533	0,559	0,554	0,541
5	0,538	0,534	0,555	0,566	0,541
6	0,537	0,537	0,555	0,555	0,541
7	0,539	0,539	0,555	0,547	0,541
8	0,539	0,541	0,554	0,555	0,544
9	0,542	0,538	0,546	0,559	0,544
10	0,540	0,539	0,548	0,551	0,543
11	0,541	0,536	0,545	0,563	0,540
12	0,541	0,531	0,549	0,568	0,539

⁵⁷ Creación Propia.

13	0,539	0,531	0,565	0,565	0,547
14	0,540	0,536	0,551	0,562	0,540
15	0,541	0,539	0,559	0,556	0,544
16	0,546	0,537	0,557	0,556	0,548
17	0,541	0,539	0,563	0,547	0,546
18	0,539	0,540	0,562	0,545	0,542
19	0,533	0,547	0,559	0,555	0,543
20	0,532	0,548	0,561	0,561	0,545
21	0,545	0,543	0,555	0,556	0,543
22	0,536	0,534	0,556	0,555	0,544
23	0,537	0,534	0,553	0,549	0,545
24	0,535	0,529	0,553	0,552	0,543
25	0,535	0,539	0,554	0,556	0,541
26	0,535	0,565	0,553	0,550	0,541
27	0,534	0,568	0,556	0,554	0,546
28	0,539	0,568	0,546	0,547	0,548
29	0,542	0,561	0,549	0,545	0,551
30	0,543	0,558	0,554	0,545	0,539

Como se puede apreciar en la tabla 9 la gravedad específica del GLP varía diariamente, esta propiedad del producto hace que al momento de envasar los cilindros, el GLP sea más o menos denso, lo cual a su vez hace que el producto pese más o menos según sea el caso. Actualmente el proveedor de GLP es: Petrocomercial desde distintos lugares del país: Salitral (Guayaquil), Esmeraldas, Oyambaro (Quito).

La gravedad específica es una propiedad física del GLP, misma que no se puede controlar. De esta manera, en el proceso de envasado de GLP la calibración de las balanzas del carrusel debería cambiar según esta característica del producto; actualmente no existe un control ni organización de los proveedores ni el producto y esta variación de gravedad específica no es tomada en cuenta, lo cual genera los cilindros rechazados en la línea de envasado.

Tabla 10. Gravedad específica GLP por centro de abastecimiento⁵⁸

GRAVEDAD ESPECÍFICA (Abastecimientos de cada mes de cada fuente)			
	SALITRAL	OYAMBARO	ESMERALDAS
AGOSTO	0,530		
	0,530		
	0,530	0,540	
	0,533	0,540	

⁵⁸ Creación Propia.

	0,533	0,540	
	0,527	0,540	
PROMEDIO	0,531	0,540	
SEPTIEMBRE	0,527	0,540	
	0,532	0,540	
	0,532	0,540	0,560
	0,531	0,540	0,568
	0,530	0,540	0,567
	0,530	0,540	0,567
	0,530	0,540	0,560
	0,530	0,540	0,560
PROMEDIO	0,530	0,540	0,564
OCTUBRE		0,540	0,563
	0,529	0,540	0,565
		0,540	0,566
		0,540	0,566
	0,530	0,540	0,566
		0,540	0,558
	0,530	0,540	0,562
		0,540	0,561
PROMEDIO	0,530	0,540	0,563
NOVIEMBRE	0,528	0,540	
	0,530	0,540	0,560
	0,530	0,540	0,565
	0,530	0,540	0,540
	0,528	0,540	0,549
	0,530	0,540	0,550
	0,530	0,540	0,560
PROMEDIO	0,529	0,540	0,554

En la tabla 10 se reunió los datos de la gravedad específica por centro desde el mes de agosto hasta noviembre del año 2009, de acuerdo a los promedios obtenidos se aprecia que en el promedio de cada centro no existe una variación alta, sin embargo entre centros sí, lo cual corrobora la información descrita anteriormente.

En el mes de agosto no existe información del centro de Esmeraldas debido a que por daños en el mismo no se despachó a ninguna planta envasadora.

A continuación se realiza el análisis de los meses de agosto y septiembre, para determinar si la variación en la gravedad específica del GLP afecta el número de producto defectuoso en la línea de envasado.

Tabla 11. Producto defectuoso mes agosto y septiembre 2009⁵⁹

	PRODUCCIÓN	Producto Defectuoso	% RECHAZO
MES			
Septiembre	147036	2787	1,90%
Agosto	138870	1546	1,11%

De acuerdo a los valores mostrados en la tabla No. 11 se puede apreciar que en el mes de agosto el número de productos defectuosos es menor que en el mes de septiembre, a su vez de acuerdo a la tabla 10 la variación de la gravedad específica de GLP es mayor en el mes de septiembre, por lo cual se puede concluir que la gravedad específica del GLP si es una causa de la variación del proceso de envasado, y por ende de el número de productos defectuosos o cilindros rechazados.

5. ETAPA MEJORAR Y CONTROLAR.

Una vez analizadas las causas que generan la alta variación del proceso, se presenta una propuesta para corregir las mismas, éstas consisten en toma de decisiones, aplicación de herramientas, eliminación de prácticas incorrectas, corrección de procesos, etc.

El equipo Seis Sigma recomendó algunos cambios en la nave de envasado, luego de realizar los mismos se procedió a medir nuevamente el proceso con el fin de determinar la validez de los mismos. El objetivo principal de estos cambios es reducir el número de productos defectuosos.

Los cambios realizados son:

- Cumplir estrictamente los procedimientos de calibración en dos de las balanzas del carrusel, de acuerdo a los manuales de mantenimiento para el proceso de envasado de GLP de la organización, para esto fue necesario organizar de una mejor manera el ingreso de los operadores, coordinar horarios, tareas y responsabilidades. Para continuar con estos cambios adicionalmente se necesitará elaborar un cronograma de calibración, mantenimiento y limpieza de las balanzas del carrusel, debido a que esta actividad no se ha realizado desde hace cinco años (tiempo de operación de la Planta). El procedimiento de Setup que actualmente se realiza para la línea de envasado se lo hace en la mañana y consta básicamente

⁵⁹ Creación Propia.

de una revisión general de las balanzas, si alguna de éstas presentan problemas de bajo peso o sobrepeso se ajusta el peso patrón (véase figura 52). El peso patrón sirve para nivelar la cantidad de GLP que ingresa a los cilindros, para el caso de bajo peso se aumenta el peso patrón, y para el sobrepeso se disminuye el peso patrón, esta acción lejos de solucionar los problemas ocasiona un costo mayor para la organización cuando el peso patrón se aumenta ya que se colocan más de 15 Kg. de producto, y en ambos casos (sobrepeso y bajo peso) se puede tener problemas con la DNH al no cumplir con la norma establecida de peso $15\text{kg.} \pm 300$; así como también impactos negativos en la percepción del cliente en cuanto a cantidad y calidad.

- Se colocaron ambas balanzas de repesado el mismo nivel de "tolerancia", normalmente la balanza de repesado 1 tiene un intervalo de confianza más grande $\pm 300\text{gr.}$ y la balanza de repesado 2 posee un intervalo más pequeño $\pm 200\text{gr.}$ Según los operadores y administración de la organización ésta diferencia de calibración permite tener un mayor grado de confiabilidad. Si un cilindro defectuoso pasó por la primera balanza, en la segunda sería rechazado debido al menor nivel de confianza, se quiere comprobar la validez de dicho argumento por lo que se colocaron ambas balanzas a $\pm 300\text{ gr.}$
- Como se describió en la sección Analizar del sistema DMAIC la gravedad específica del GLP afecta al proceso de envasado, en los días que se tomaron los nuevos datos únicamente se envasó con GLP de un solo centro de Abastecimiento (Oyambaro) los tanques estacionarios se encontraban cargados por este centro.

Con los cambios descritos anteriormente durante dos días se hicieron mediciones de producción y rechazo. En la tabla 12 se aprecia que el porcentaje de producto defectuoso o cilindros rechazados es del 7.20%. En el día 2, sábado, la actividad del proceso es menor, y se puede apreciar que la disminución de rechazos es mayor, los operadores se encuentran más activos, responden de mejor manera a situaciones adversas y tienen una actitud más colaboradora. Esta disponibilidad y motivación podrían mantenerse mediante un programa de capacitación y motivación.

Es importante señalar que las medidas que se tomaron corresponden al total de cilindros envasados y rechazados en un día de producción por las dos balanzas del carrusel en las que se realizaron el mantenimiento Preventivo.

Tabla 12. Análisis producción con cambios⁶⁰

	ENVASADOS	RECHAZADOS	OBSERVACIONES
DÍA 1	250	18	El % de rechazos apenas llega al 7.2%
DÍA 2	121	11	Si bien la producción es baja al ser un día sábado el % de rechazo también.

En cuanto al análisis del nivel de tolerancia de las balanzas de repesado, luego de calibrarlas al mismo nivel y tomar las observaciones en dos días de trabajo, se puede apreciar lo siguiente:

Tabla 13. Cilindros rechazados por hora.⁶¹

	Balanza 1	Balanza 2
DÍA 1	7	11
DÍA 2	3	8

Es necesario anotar que las dos balanzas son del mismo fabricante, mismo modelo, tienen igual tiempo de uso, y gracias a los cambios propuestos, las dos se encuentran con el mismo nivel de tolerancia; por lo que la causa de la diferencia entre el nivel de rechazo se presume que es el factor humano. Las fallas se presentan al momento de digitar la tara en las balanzas de repesado, razón por la cual se reitera la necesidad de un programa de capacitación adecuada y motivación del personal.

⁶⁰ Creación Propia.

⁶¹ Creación Propia.

5.1 Plan de mantenimiento de balanzas de carrusel

Los cambios realizados muestran mejoras en el proceso, sin embargo es necesario elaborar un plan completo de limpieza y mantenimiento de cada una de las balanzas del carrusel para que la mejora en los resultados sea permanente.

Con el programa de limpieza y mantenimiento se podría mantener el nivel de defectos promedio obtenido con los cambios demostrados anteriormente, así se puede estimar el número de cilindros rechazados al día. 168 con una producción promedio de 8000 tanques envasados, con un nivel sigma de 3.6 que a largo plazo puede llegar a un nivel sigma de 4, o más según se apliquen las mejoras.

Conjuntamente con las mejores medidas de desempeño obtenidas con los cambios, hay un ahorro económico en los costos de productos defectuosos. A continuación se presenta una tabla con los valores:

Tabla 14. Costo de productos defectuosos en días con cambios.⁶²

	COSTO (\$)
DÍA 1	19.60
DÍA2	7.70

El promedio de cilindros rechazados por día de acuerdo a los datos históricos es de 220, el costo por día de este rechazo es de \$ 154.00, en el día 1 con cambios el costo es de \$19.60 manteniendo esta tendencia en el día costaría \$ 117.60, un ahorro de \$36.40.

El carrusel tiene 24 balanzas cada una como la que se muestra a continuación; con nueve partes externas: disco de tara, eje y cilindro neumático, cabezal de llenado, estructura móvil, brazos centradores, balanza inferior, plato de tara, pesas patrón, varilla de tiro.

⁶² Creación Propia.

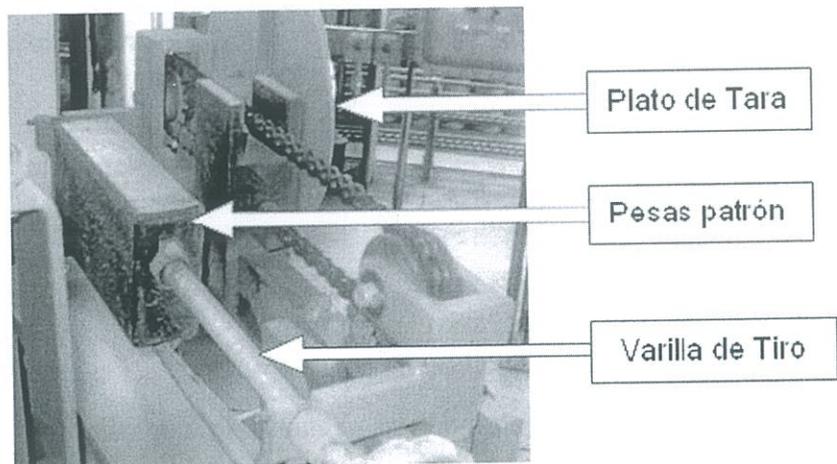
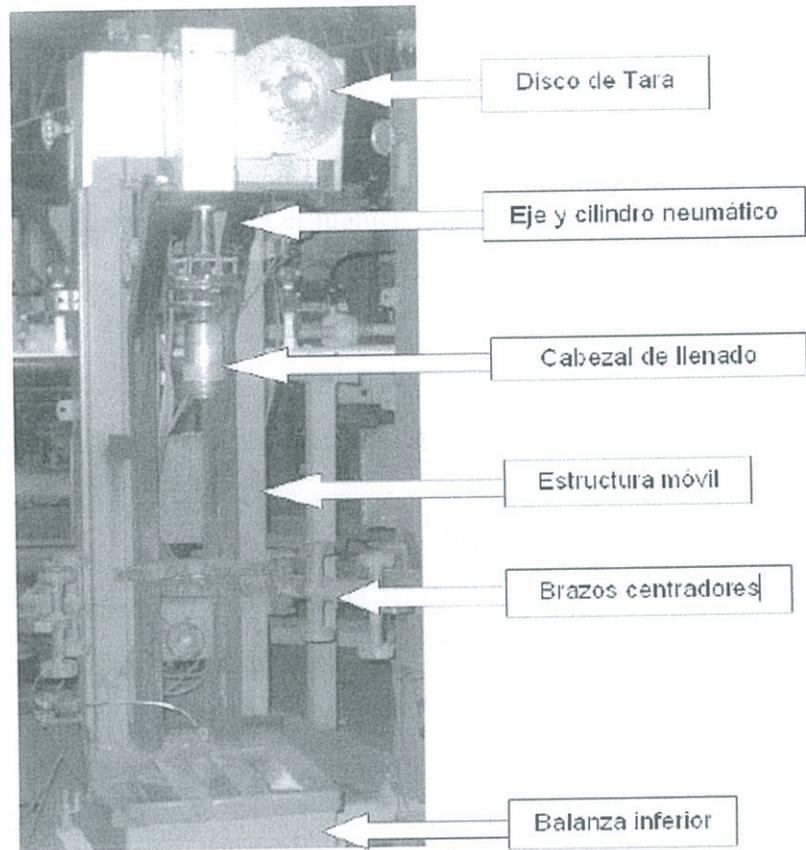


Gráfico 47. Balanza carrusel⁶³

Se dispone de repuestos completos de cada una de estas partes, únicamente para una balanza del carrusel. El procedimiento de mantenimiento que se sugiere seguir es el siguiente, el mismo fue elaborado juntamente con el encargado de mantenimiento en la organización:

⁶³ Archivos organización.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO BALANZAS DE CARRUSEL DE LLENADO PLANTA PIFO

1. Objetivo:

- Establecer los lineamientos generales para el mantenimiento preventivo de las balanzas de carrusel de llenado en Plana Pifo.

2. Vigencia:

- Este instructivo entrará en vigencia 8 días después de su aprobación definitiva.

3. Fase del Proceso:

- Mantenimiento cabezal de llenado.
- Mantenimiento de balanza inferior y estructura física.
- Mantenimiento parte móvil.
- Centrado de cabezal.
- Mantenimiento de control neumático.
- Calibración de balanzas llenadora de carrusel.
- Mantenimiento de brazos centradores.

4. Responsabilidades:

- Técnico de Mantenimiento.
- Supervisor y Jefe de Planta.

5. Consideraciones Previas:

Todo el personal deberá cumplir con el estándar mínimo de EPP (Equipo de Protección Personal), el mismo que consiste en casco, taponos auditivos, faja antilumbago, guantes y botas con puntera de acero. Adicionalmente, de ser necesario, si el puesto exige mayor nivel de seguridad, se deberá cumplir con los solicitados en cada uno. Los equipos de protección personal deben ser correctamente utilizados. Antes de iniciar el mantenimiento se deberá solicitar el permiso de trabajo correspondiente asegurándose de que el personal operativo responsable del área esté al tanto de la actividad que se realizará. Antes de iniciar el mantenimiento se debe verificar el estado de cierre o apertura de las válvulas de tubos que tengan gas del cabezal de

llenado. Cualquier desperdicio que se genere, colocarlo en el recolector respectivo, cumpliendo con el procedimiento Gestión y Control de Desechos Sólidos ISO 14001.

Al finalizar la actividad, el sitio de trabajo debe quedar en orden y limpio, se debe verificar que las líneas de energía eléctrica y de manejo de gas queden en condiciones no peligrosas, el personal operativo responsable del área de trabajo debe ser comunicado de la finalización del trabajo y debe revisar el estado del sitio.

6. Fases del proceso

6.1 Mantenimiento de carrusel de llenado

Ninguna persona puede realizar este trabajo si no ha recibido el entrenamiento adecuado. En esta actividad se realiza el cambio de piezas internas desgastadas, limpieza y lubricación. Entre las funciones del operador de mantenimiento están:

- Desconexión de manguera de GLP y aire comprimido del cabezal de llenado.
- Separar la caja de guía superior e inferior.
- Destornillar el porta aguja (tambor roscado) de la caja inferior
- Cambio de retenedores D14x24x8 de ser necesario, en la sección interna central.
- Cambio de O-ring D 30x30 del tambor roscado de ser necesario.
- Cambio de 2 O-rings D14x2.5 D8x2 del porta agujas de ser necesario.
- Limpieza y lubricación de todas las partes del cabezal.
- Cambio de porta agujas si se necesita.
- Cambio de cauchos cilinblock si se necesita.
- Monte el cabezal de llenado en orden inverso.

Todas las piezas roscadas deben fijarse correctamente y todas las empaquetaduras se deben ser lubricadas durante el montaje.

7. Mantenimiento de balanza inferior y estructura fija.

Ninguna persona puede realizar este trabajo si no ha recibido el entrenamiento adecuado. En esta actividad el operador de mantenimiento debe realizar lo siguiente:

- Cambio y revisión de tornillos de ajuste o patas de balanza.
- Ajuste y engrase de pesas patrón.
- Ajuste y revisión de estructura metálica.
- Limpieza total externa e interna de balanza inferior y estructura fija.

- Nivelación de llenadora por medio de los tornillos de ajuste a un nivel de 8 a 10 mm. Más bajo con respecto a la entrada y 8 a 10 mm. más alto con respecto a la salida.

8. Mantenimiento de estructura móvil.

Ninguna persona puede realizar este trabajo si no ha recibido el entrenamiento adecuado. En esta actividad el operador de mantenimiento deberá realizar lo siguiente:

- Ajuste y revisión de plato de tara
- Ajuste, lubricación, revisión y cambio si es necesario de rodamientos de bases de asientos.
- Ajuste y revisión de varilla de tiro de pesas.
- Ajuste y revisión de bridas y portabridas

9. Centrado de cabezal

Ninguna persona puede realizar esta actividad si no ha recibido el entrenamiento adecuado. El operador de mantenimiento deberá realizar las siguientes actividades:

- Desmontar cabezal
- Colocar un tanque de prueba en buen estado sobre la base de la balanza.
- Bajar el pistón del cabezal accionando su final de carrera y cerrar los brazos de centrado
- Alinear y regular el cilindro neumático de tal forma que quede perpendicular a la válvula del tanque de prueba.
- Una vez alineado ajuste la base del cilindro neumático y colocar nuevamente el cabezal.

10. Mantenimiento de control neumático

Ninguna persona puede realizar esta actividad si no ha recibido el entrenamiento adecuado. El operador de mantenimiento deberá realizar las siguientes actividades:

- Chequeo y revisión de fugas de aire comprimido en el sistema neumático de la llenadora.
- Chequeo del correcto funcionamiento de las válvulas, memoria y finales de carrera que se encuentran ubicada en un tablero detrás de la balanza llenadora.

11. Calibración de balanza llenador de carrusel

Ninguna persona puede realizar esta actividad si no ha recibido el entrenamiento adecuado. El operador de mantenimiento deberá realizar las siguientes actividades:

- Realizar el llenado de un cilindro de 15 Kg. en la balanza llenadora a calibrar.

- Pesar y anotar el peso dicho cilindro en una balanza electrónica independiente al carrusel y calibrada.
- Con este peso se determina los gramos faltantes o sobrantes al peso neto de 15 Kg. y se ajustan las pesas patrones de la llenadora del carrusel desplazándolas hacia la izquierda o hacia la derecha ya sea para aumentar o disminuir el neto respectivamente.
- Se deberá realizar luego por lo menos una muestra de 10 llenados de cilindros más en dicha balanza llenadora, de tal forma que exista cierta consistencia en sus netos, con una variación máxima de +/- 100 gramos.
- Una vez concluido el muestreo y logrando luego del ajuste que exista la consistencia mencionada anteriormente, la balanza quedará calibrada.

12. Mantenimiento de brazos sujetadores

Ninguna persona puede realizar esta actividad si no ha recibido el entrenamiento adecuado. El operador de mantenimiento deberá realizar las siguientes actividades:

- Deshabilitar el sistema neumático mediante el cierre de la válvula de paso de aire detrás de la balanza.
- Retirar accesorios de bloqueo
- Retirar los ejes para centrado
- Retirar brazo averiado y repararlo si es necesario.
- Colocar los ejes para centrado.
- Coloque accesorios de bloqueo -
- Habilitar el sistema neumático, abriendo la válvula de paso de aire.

13. Responsabilidades

13.1 Operador de mantenimiento

- Ejecutar todas las actividades descritas en el presente instructivo.
- Observar las medidas de seguridad, antes, durante y después de la operación.

13.2 Supervisor de Planta

- Evaluar el desempeño del operador, y desarrollar nuevos métodos en mejora de la operación.

El plan de mantenimiento preventivo descrito anteriormente fue realizado en tres balanzas del carrusel de llenado, el tiempo promedio fue de cuatro horas, lo cual impide que en un solo día se realice el mantenimiento de las 24 balanzas del carrusel. A continuación se muestra el plan de mantenimiento propuesto para el carrusel de llenado del área de envasado de Planta Pifo.

mayo de 2010						
lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
abril 26 Capacitación y Evaluación sobre balanzas del carrusel de llenado 	27	28	29	30	mayo 1	2
	Mantenimiento Preventivo Balanza 1 	Limpieza general nave de envasado	Verificar correcto funcionamiento carrusel 			
3	4	5	6	7	8	9
		Mantenimiento Preventivo Balanza 2 	Mantenimiento Preventivo Balanza 3 	Revisar cumplimiento de plan de mantenimiento preventivo, ajustarlo a necesidades. 		
10	11	12	13	14	15	16
	Mantenimiento Preventivo Balanza 3 	Limpieza general nave de envasado				
17	18	19	20	21	22	23
		Mantenimiento Preventivo Balanza 4 	Mantenimiento Preventivo Balanza 4 	Monitorar correcto funcionamiento carrusel 		
24	25	26	27	28	29	30
31 Capacitación y Evaluación sobre balanzas del carrusel de llenado						

Gráfico 48. Calendario de Mantenimiento mes "mayo" ⁶⁴

⁶⁴ Creación Propia.

junio de 2010						
lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
mayo 31 Reunión operadores nave y mantenimiento, revisar planes de mantenimiento, ideas, sugerencias. 	junio 1	2	3	4	5	6
		Mantenimiento Preventivo Balanza 5. 	Mantenimiento Preventivo Balanza 6. 			
7	8	9	10	11	12	13
		Mantenimiento Preventivo Balanza 7. 	Mantenimiento Preventivo Balanza 8. 		Verificar Correcto funcionamiento Carrusel 	
14	15	16	17	18	19	20
Limpieza general área de envasado incluyendo carrusel 		Mantenimiento Preventivo Balanza 9. 	Mantenimiento Preventivo Balanza 10. 		Buzón de Sugerencias Plan de Mantenimiento. 	
21	22	23	24	25	26	27
		Mantenimiento Preventivo Balanza 11. 	Mantenimiento Preventivo Balanza 12. 			
28	29	30	julio 1	2	3	4
		Mantenimiento Preventivo Balanza 13. 	Mantenimiento Preventivo Balanza 14. 			

Gráfico 49. Calendario de Mantenimiento mes "junio"⁶⁵

⁶⁵ Creación Propia.

julio de 2010						
lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
junio 28	29	30	julio 1 Mantenimiento Preventivo Balanza 14. 	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
Monitoreo, Seguimiento y Control del plan de mantenimiento 	Mantenimiento Preventivo Balanza 15 	Mantenimiento Preventivo Balanza 16. 	Mantenimiento Preventivo Balanza 17. 	Mantenimiento Preventivo Balanza 18. 	Revisar ejecución de plan de mantenimiento. 	18
12	13	14	15	16	17	18
	Limpieza General área Envasado 	Mantenimiento Preventivo Balanza 17. 	Mantenimiento Preventivo Balanza 18. 			
19	20	21	22	23	24	25
		Mantenimiento Preventivo Balanza 19 	Mantenimiento Preventivo Balanza 20 	Limpieza general área de envasado, incluyendo carrusel.		
26	27	28	29	30	31	agosto 1
		Mantenimiento Preventivo Balanza 21 	Mantenimiento Preventivo Balanza 22 			

Gráfico 50. Calendario de Mantenimiento mes "julio"⁶⁶⁶⁶ Creación Propia.

agosto de 2010						
lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
julio 26	27	28	29	30	31	agosto 1
					Revisión de ejecución de Plan de mantenimiento Preventivo, obtener resultados.	
						
Evaluación Perfiles competencia						
					7	8
9	10	Mantenimiento Preventivo Balanza 23	Mantenimiento Preventivo Balanza 24		14	15
	Recolección datos plan de mantenimiento Preventivo	11	12	13		
						
16	17	18	19	20	21	22
					Buzón sugerencias Plan de Mantenimiento.	
Plan de capacitación						
	Análisis de resultados de plan de mantenimiento, productos defectuosos, elaboración de nuevos planes.					
23	24	25	26	27	28	29
Plan de capacitación						
30	31					

Gráfico 51. Calendario de Mantenimiento mes “agosto”⁶⁷

⁶⁷ Creación Propia.

El plan de mantenimiento está basado en un tiempo promedio de cuatro horas. Una vez que las 24 balanzas hayan cumplido con el plan de mantenimiento, funcionarán de mejor manera, y no será necesario repetir esta labor de forma continua, sino dentro de un lapso de tres meses de acuerdo a su desempeño y a los resultados obtenidos luego de la ejecución del plan.

Se puede observar que en el primer mes existe el plan de mantenimiento preventivo de una sola balanza por semana en días miércoles y jueves debido a que son días con menor nivel de producción. Al realizar el mantenimiento de una sola balanza se permite que el operador de mantenimiento y el personal a cargo se familiaricen y adquiera experiencia con el procedimiento. Se espera que el tiempo estimado de mantenimiento disminuya (cuatro horas al inicio del plan) a partir del segundo mes ya que los mantenimientos aumentan a dos balanzas por semana. En todo el calendario existen reuniones periódicas para el seguimiento, control y revisión del plan. Existe también una limpieza general del área de envasado por mes. Para el mes mayo el plan estaría terminado, durante este mes se realizarán reuniones para evaluar el plan y tomar y ajustar medidas de ser necesario. También se creó el buzón de sugerencias para el plan de mantenimiento, el mismo que estará siempre abierto en la oficina del Supervisor de Planta para que los operadores puedan depositar sus ideas y sugerencias, éstas serán revisadas a lo largo del plan, de acuerdo a los resultados obtenidos se pueden implementar buzones de sugerencias para las distintas áreas.

Los resultados (% de rechazo) pueden ser analizados tanto durante el plan de mantenimiento como una vez terminado éste para confirmar la reducción del producto defectuoso así como también el nivel sigma reflejado en los defectos por millón de oportunidades.

5.2 Análisis de puestos de trabajo y competencias.

Actualmente no existe un perfil para el personal que labora en Planta Pifo en el área de envasado. El equipo Seis Sigma elaboró una descripción de cada uno de los puestos de trabajo y se presentan a continuación:

- a. Envasador: Es el operario responsable del carrusel de llenado, sus responsabilidades son: colocar correctamente la tara en la balanza operativa, desactivar el cabezal de llenado en

caso de fuga, supervisar el adecuado funcionamiento del carrusel de llenado, y notificar a quien corresponda cualquier anomalía.

- b. Estibador: operador con las siguientes funciones: cargar y descargar de la manera establecida en el proceso de envasado los cilindros en el muelle de carga/descarga, cargar a las plataformas cilindros únicamente con sellos de seguridad, usar todo el tiempo equipo de protección personal.
- c. Control de peso: Operador encargado de supervisar el correcto funcionamiento de las balanzas de repeso, calibrar las balanzas de repeso, digitar el valor de tara para verificación del peso del cilindro.
- d. Despachador de garita: Operador encargado de llenar documentos y archivar, verificar el número de cilindros que ingresan, y los cilindros que salen, realizar el inventario diario de cilindros llenos, vacíos, competencia y para mantenimiento al inicio y final de la jornada.,
- e. Despachador área envasado: Operador que debe contar correctamente los vehículos que ingresan al muelle de carga y los que salen del mismo. Verificar que las fugas que ingresan a planta, cumpla con el procedimiento de cambio de fugas. Cumplir y hacer cumplir el correcto uso de los equipos de protección personal y los procedimientos de seguridad, establecidos y difundidos previamente.
- f. Evacuador: Evacuar los cilindros llenos con sobrepeso, y llenar los cilindros con bajo peso en el área de evacuación. Operar correctamente válvulas y compresor de GLP, para el traslado del GLP recuperado en el tanque de evacuación hasta los tanques estacionarios.
- g. Colocador de sellos de seguridad: colocar los sellos de seguridad en los cilindros llenos que han pasado por las dos inspecciones, asegurarse de que esté quedé bien colocado.

Para la elaboración de los puestos de trabajo existen diferentes técnicas, métodos, y procedimientos que de acuerdo al tipo de organización éstos resultan más o menos

beneficiosos. Para la planta envasadora, el método de perfil por competencias se considera el más adecuado para la definición de puestos de trabajo.

Este método basa la selección del personal no únicamente en destrezas y conocimientos sino también en competencias. Un perfil por competencias resulta conciso, fiable y efectivo, se inicia con una descripción del puesto de trabajo y de acuerdo a escalas predeterminadas se establece los niveles o grados requeridos para cada una de las competencias. Se toma en cuenta el criterio del cliente interno sobre cuáles con las competencias más importantes respecto del nuevo colaborador, las preguntas de selección se basan en todos estos criterios. (Alles, 2005).

Es importante mencionar que datos objetivos como educación y experiencia laboral, u otros como lugar de residencia, se resuelven en una primera instancia y no constituyen la parte central de la tarea. Los puntos clave y de más difícil definición están dados por las competencias conductuales o características de personalidad, y las relaciones dentro de la organización. (Alles, 2005).

En el primer paso se identifican las destrezas específicas de cada uno de los puestos de trabajo, a continuación se aplica la técnica para un puesto de trabajo: operador envasador.

PASOS PARA IDENTIFICAR DESTREZAS ESPECÍFICAS [®]		
Establezca si el puesto requiere destrezas específicas para su ejecución.		
<ul style="list-style-type: none"> Analice cada una de las destrezas específicas que se presentan a continuación. Si es aplicable al puesto, en la columna “¿aplica?” marque (✓). En la columna “especifique”, determine la destreza. Por ejemplo si para la ejecución del puesto es necesaria la destreza “manejar programas informáticos”, en la columna “especifique” debe escribir: “manejo de Word y Excel” o “manejo de Microsoft Office”. 		
DESTREZAS LABORALES ESPECÍFICAS		
Destrezas específicas	¿Aplica?	Especifique
Manejar programas informáticos	NO	
Usar otros idiomas: (especifique el idioma, y el nivel requerido)	NO	Idioma:
		Alto
		Medio
		Hablado: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Escrito: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Leído: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Idioma:
		Alto
		Medio
		Hablado: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Escrito: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Leído: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Operar equipos de oficina:	SI	Llenar registro diario de la organización.
Operar vehículos, maquinaria y/o herramientas (taladros, sierras, orugas, etc.)	SI	Manejo del carrusel de llenado
Otras destrezas específicas:	NO	

Luego se valora cada una de las actividades descritas en el puesto de trabajo y se listan las más importantes de acuerdo al siguiente forma

MATRIZ DE DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PUESTO

Institución: PLANTA ENVASADORA DE GLP

Nombre del cargo: OPERADOR – ENVASADOR

FECHA: 01 – Diciembre - 2009

No.	DESCRIBIR LAS ACTIVIDADES DEL PUESTO	VALORACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PARA ESTABLECER LAS ESENCIALES			
		F	CE	CM	Total
1	Colocar correctamente la tara en la balanza operativa	5	5	4	25
2	Desactivar el cabezal de llenado en caso de fuga	4	5	3	19
3	Supervisar el adecuado funcionamiento del carrusel de llenado	5	5	5	30
4	Notificar a quien corresponda cualquier anomalía.	5	4	3	17

METODOLOGÍA PARA VALORAR ACTIVIDADES E IDENTIFICAR LAS ESENCIALES ®

Las escalas que se presentan a continuación sirven para valorar actividades e identificar las esenciales de puestos; procesos y grupos ocupacionales, etc. donde

F = frecuencia

CE = consecuencia de no aplicación de la actividad o ejecución errada

CM = complejidad o grado de dificultad en la ejecución de la actividad

Factores / definición	Para aplicar esta escala hágase la siguiente pregunta		
<ul style="list-style-type: none"> Frecuencia: cuál es la frecuencia con la que se realiza la actividad. 	¿Con qué frecuencia se ejecuta esta actividad? Si la frecuencia es variable pregúntese: ¿cuál es la frecuencia típica de ejecución de esta actividad?		
<ul style="list-style-type: none"> Consecuencia de no aplicación de la actividad o ejecución errada: qué tan graves son las consecuencias por no ejecutar la actividad o un incorrecto desempeño. 	¿Qué tan graves son las consecuencias por no ejecutar la actividad o un incorrecto desempeño?		
<ul style="list-style-type: none"> Complejidad o grado de dificultad en la ejecución de la actividad: se refiere al grado de esfuerzo intelectual y/o físico; y, al nivel de conocimientos y destrezas requeridas para desempeñar la actividad. 	¿Qué tanto esfuerzo supone desempeñar la actividad? O, alternativamente: ¿Requiere el desempeño de esta actividad un elevado grado de conocimientos y destrezas?		
Gradación de los Factores			
Grado	Frecuencia	Consecuencia de no aplicación de la actividad o ejecución errada	Complejidad o grado de dificultad en la ejecución de la actividad
5	Todos los días	Consecuencias muy graves: Pueden afectar a toda la	Máxima complejidad: la actividad demanda el mayor grado de esfuerzo / conocimientos

		organización en múltiples aspectos	/ habilidades
4	Al menos una vez por semana	Consecuencias graves: pueden afectar resultados, procesos o áreas funcionales de la organización	Alta complejidad: la actividad demanda un considerable nivel de esfuerzo / conocimientos / habilidades
3	Al menos una vez cada quince días	Consecuencias considerables: repercuten negativamente en los resultados o trabajos de otros	Complejidad moderada: la actividad requiere un grado medio de esfuerzo / conocimientos / habilidades
2	Una vez al mes	Consecuencias menores: cierta incidencia en resultados o actividades que pertenecen al mismo puesto	Baja complejidad: la actividad requiere un bajo nivel de esfuerzo / conocimientos / habilidades
1	Otro (bimensual, trimestral, semestral, etc.)	Consecuencias mínimas: poca o ninguna incidencia en actividades o resultados	Mínima complejidad: la actividad requiere un mínimo nivel de esfuerzo / conocimientos / habilidades

Luego se realiza la encuesta de de requerimiento de selección y capacitación de acuerdo al siguiente formato:

ENCUESTA DE REQUERIMIENTOS DE SELECCIÓN Y CAPACITACIÓN

En procesos de selección de personal no todas las competencias del perfil deben ser evaluadas en los candidatos, ya que algunas de ellas se adquieren o aprenden una vez que el candidato seleccionado se vincula a la organización.

El propósito de esta encuesta es que usted, como experto en el puesto, identifique qué conocimientos y destrezas se adquieren o aprenden en la organización y cuáles debe tener o conocer antes de ingresar a la organización.

Debe calificar cada uno de los conocimientos y destrezas del puesto que está analizando, según la siguiente escala:

Esta competencia se la adquiere o aprende principalmente:

① Durante el desempeño del puesto (la Organización capacita a la persona)

② Antes y durante el desempeño del puesto.

③ Antes de desempeñar el puesto (la persona debe tener la competencia)

Transcriba a continuación:

- conocimientos académicos,
- conocimientos informativos,
- destrezas generales,
- destrezas específicas.

Nombre del puesto: OPERADOR – ENVASADOR

Transcriba los conocimientos académicos e informativos	Señale
Ingresar datos en los registros diarios de la Organización	1
Conocimiento básico de matemáticas	2
Conocimiento de uso de equipos, mecánica básica, y mantenimiento industrial	2
Habilidad de comunicación	2
Habilidades de destreza fina para colocación de taras.	2
Buen nivel de visión	3
Formación básica Bachillerato	3

Por último con toda la información obtenida se realiza la descripción del puesto de trabajo.

DESCRIPTIVO DE FUNCIONES

1. Identificación del Cargo:
Título del Cargo: DESPACHADOR DE NAVE DE ENVASADO
Área/Departamento: OPERACIONES
Cargo de Supervisor Inmediato: SUPERVISOR DE PLANTA
Cargos que Supervisa: OPERADORES: ESTIBADOR, CONTROL PESO, SELLOS DE SEGURIDAD, RECUPERADOR.
Fecha Última Revisión: Dic-09

2. Ubicación del Cargo en la Estructura Orgánica:

3. Propósito o misión del Cargo:
 Coordinar y verificar la producción diaria de la organización, el correcto funcionamiento de equipos, el uso de protección personal.

4. Descripción de Funciones:

No	FUNCIONES
1	Coordinar la producción diaria establecida
2	Cumplir y hacer cumplir el correcto uso de los equipos de protección personal y los procedimientos de seguridad, establecidos y difundidos previamente.
3	Verificar que las fugas que ingresan a planta, cumpla con el procedimiento de cambio de fugas.

5. Tiempo de Adaptación al cargo:
 Tres meses

PERFIL DEL CARGO

Instrucción o Formación requerida para el cargo
Requerido: Bachiller en cualquier especialización
Preferido: N/A

Experiencia requerida para el cargo:

0 a 1 año	X
1 a 3 años	
3 a 5 años	
Más de 5 años	
Instituciones Similares	
Posiciones Similares	X

PERFIL POR COMPETENCIAS

COMPETENCIAS ORGANIZACIONALES

COMPETENCIA	NIVEL
Orientación al Cliente	4
Innovación y Desarrollo	4
Trabajo en Equipo	4
Enfoque a la calidad y Resultados	4

COMPETENCIAS TECNICAS

COMPETENCIA	NIVEL
Conocimiento de uso de equipos mecánica básica, y mantenimiento industrial	4
Manejo de Sistemas informáticos	4
Habilidad de negociación	4
Habilidad fina para colocación de taras	4

Aprobado por:

Gerente de Talento Humano

Gráfico 52. Descriptivo de funciones⁶⁸⁶⁸ Creación Propia.

El mismo procedimiento mostrado para el cargo de operador-ensador se aplicó para los puestos de trabajo restantes, las descripciones de éstos puestos de trabajo se detallan en el Anexo 3.

Una vez desarrollado el perfil por competencias de cada puesto es necesario realizar una evaluación con el fin de determinar si los trabajadores actuales cumplen o no con los requisitos anteriores y posteriormente según los resultados ejecutar un plan de capacitación basado en las falencias que presente el personal en la evaluación. Adicionalmente es necesario que el personal de Planta Pifo sea polifuncional, es decir, que todos estén en capacidad de realizar las funciones en la nave de envasado a excepción del operador de mantenimiento. Esto daría lugar a una rotación interna disminuyendo fatiga y cansancio en los operadores.

El cronograma de evaluación y capacitación es el siguiente:

agosto de 2010						
lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
julio 26	27	28	29	30	31	agosto 1
2	3	4	5	6	7	8
Evaluación de perfiles competencia						
						
9	10	11	12	13	14	15
Revisión y análisis de resultados evaluación por competencias. 		Elaboración del Plan de capacitación. 				
Plan de Capacitación						
16	17	18	19	20	21	22
Plan de Capacitación						
23	24	25	26	27	28	29
Plan de Capacitación						
30	31					

Gráfico 53. Plan de Capacitación.⁶⁹

⁶⁹ Creación Propia.

En el plan de capacitación se lo realiza en el mes de agosto, la primera fase consiste en la evaluación de cada uno de los puestos de trabajo con el fin de determinar si disponen de las competencias o no necesarias, en base a ésta evaluación se organiza el plan de capacitación para que el personal cuente con las competencias necesarias para su puesto de trabajo. Dependiendo de los resultados obtenidos, el plan puede continuar a lo largo del año en curso. El área encargada de este plan es el área administrativa junto con el Supervisor de Planta.

La gerencia de Planta Pifo mantiene un calendario de capacitación en base a temas considerados importantes especialmente a las normas ISO 14001 cuya certificación obtuvo el año anterior. De acuerdo a opiniones de los trabajadores, dichas capacitaciones no se realizan correctamente, existe una falta de interés por parte de los operadores, aburrimiento, y no se utilizan recursos audiovisuales, los expositores simplemente repiten lo que consta en la norma. Estos temas son importantes para cumplir el calendario que exige la norma ISO 14001, sin embargo éstos pueden ser expuestos de una mejor manera, con la utilización de distintos recursos, mayor intervención de los participantes, y una evaluación pre-capacitación acerca del tema, recursos, dinámicas, etc., a utilizarse. De la misma manera una evaluación posterior a la capacitación para conocer el resultado y nivel de comprensión que los participantes obtuvieron. Estas evaluaciones permitirán mejorar el proceso de capacitación, integrar el personal, y el nivel de conocimiento de todos los operadores.

Adicionalmente a éstas capacitaciones se pueden incluir en el calendario temas de interés para el personal que aunque no sean relacionados con el proceso productivo de la organización, permitirán que el personal se encuentre motivado y sienta que existe una preocupación por su desarrollo personal y profesional, esto a su vez dará como resultado mayores niveles de eficiencia y productividad, permitiendo así que cada vez el proceso se pueda acercar a un mayor nivel sigma, y por ende menos defectos por millón de oportunidades.

Para conocer las principales necesidades, expectativas y sugerencias del equipo de trabajo de la Planta Envasadora Pifo, se procedió a realizar una encuesta, las preguntas se hicieron previa aprobación de la gerencia de la organización, y de acuerdo al siguiente formato.

Encuesta para el personal de Planta Envasadora Pifo

Estimado colaborador:

La Planta Envasadora Pifo preocupada siempre por su bienestar, comodidad y mejora continua de nuestros procesos internos y externos a continuación ha desarrollado una serie de preguntas que permitirán conocer sus principales inquietudes, sugerencias y necesidades esto con el fin de poder seguir creciendo y mejorando. Se ruega responder con sinceridad, los datos son confidenciales su opinión es muy valiosa.

En las siguientes preguntas existen cinco opciones de respuesta, marque la opción que mejor describa su opinión acerca de la pregunta, la escala va del 1 al 5, siendo:

- 1. Totalmente en desacuerdo
- 2. En desacuerdo
- 3. Neutro
- 4. De acuerdo
- 5. Totalmente de acuerdo

1. La Organización cuenta con las instalaciones adecuadas (espacio físico, lugares de descanso, casilleros, baños, etc.,) para que Ud. se sienta cómodo y satisfecho con el lugar de trabajo.

1..... 2..... 3..... 4..... 5.....

2. ¿Qué grado de satisfacción tiene Ud. en su lugar de trabajo?

1..... 2..... 3..... 4..... 5.....

3. Cree Ud. que su puesto de trabajo le brinda las condiciones necesarias para que Ud. pueda realizar su trabajo de forma óptima.

SI.....NO.....

Porque.....
.....
.....
.....

4. Cree Ud. que la organización muestra interés en su desarrollo personal y profesional

SI.....NO.....

Porque.....
.....
.....
.....

5. Además de los conocimientos técnicos de su trabajo, que otros aprendizajes ha obtenido trabajando en la organización.

.....
.....
.....

6. Además de los temas de capacitación actuales que otros temas le gustaría se incluya en la agenda de formación. Puede marcar más de uno.

Salud.....Trabajo en equipo.....Solución de problemas.....

Mantenimiento.....Contabilidad.....Manejo de Personal.....

En el gráfico 55 se puede apreciar que el 63.6% de los empleados eligió la categoría 5 correspondiente a totalmente de acuerdo en la afirmación de que se sienten cómodos y están satisfechos con las instalaciones (espacio físico, lugares de descanso, casillero, baños) con las que cuenta la organización, mientras el 36.4% manifiesta estar de acuerdo afirmación correspondiente a la categoría 4.

Con los resultados obtenidos en esta pregunta se puede concluir que los empleados están satisfechos en cuanto a las instalaciones físicas se refiere por lo cual en ésta área no se deben realizar cambios.

Pregunta 2

La pregunta en la misma escala anterior está basada en el grado de satisfacción en el lugar de trabajo. El gráfico correspondiente es:

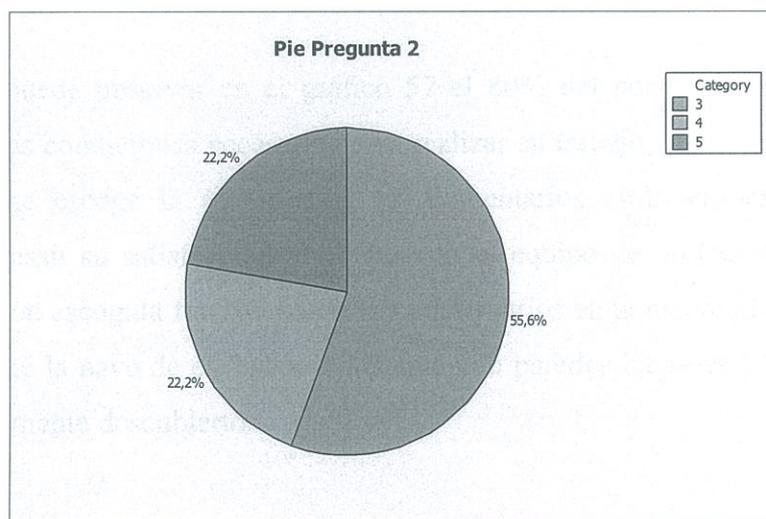


Gráfico 56. Pie Pregunta 2⁷²

El gráfico 56 muestra que el 55.6% de los empleados escogió el grado 3 equivalente a neutro para describir el grado de satisfacción en el lugar de trabajo, el 22.2% de acuerdo, y el 22.2% final totalmente de acuerdo. Con estos resultados es necesario profundizar en el tema para conocer los aspectos relevantes que contiene la satisfacción del empleado en su puesto de trabajo como: ergonomía, horarios, rotación interna etc., de manera que se pueda cumplir con las expectativas mínimas necesarias para los puestos de trabajo.

⁷¹ Creación Propia.

⁷² Creación Propia.

Pregunta 3

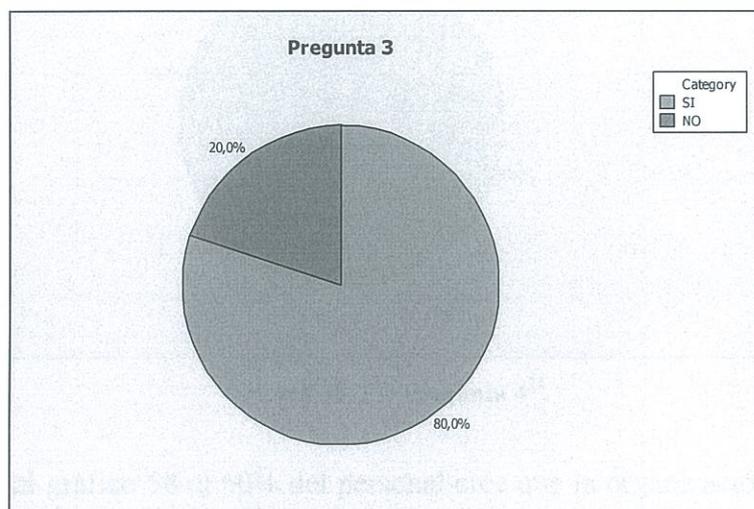


Gráfico 57. Pie Pregunta 3.⁷³

Como se puede observar en el gráfico 57 el 80% del personal cree que su puesto de trabajo le brinda las condiciones necesarias para realizar su trabajo, y en el espacio para explicar la razón por la se escoge la ésta opción los comentarios están enfocados a la seguridad ocupacional, expresan su satisfacción al contar con el equipo de protección personal. El 20% restante cuya opción escogida fue NO basan sus comentarios en la incomodidad de trabajar cuando llueve debido a que la nave de envasado no cuenta con paredes laterales y el muelle de carga y descarga está totalmente descubierto.

Pregunta 4

⁷³ Creación Propia.

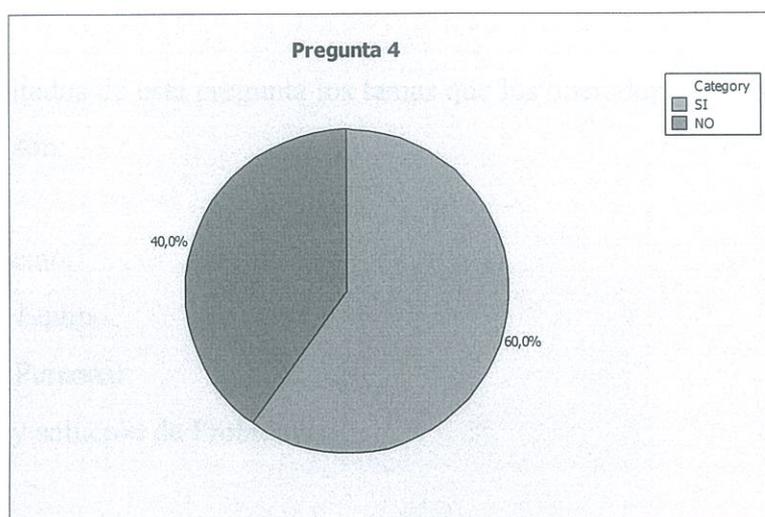


Gráfico 58. Pie Pregunta 4⁷⁴.

De acuerdo al gráfico 58 el 60% del personal cree que la organización muestra interés en su desarrollo personal y profesional, sus comentarios están enfocados en base a la capacitación que reciben de las normas y procedimientos. En cambio el 40% que no está de acuerdo con la opinión basa su argumento en la falta de capacitación con temas de interés y flexibilidad de horarios para poder estudiar.

Pregunta 5

En esta pregunta se desea conocer que otros conocimientos a parte de los técnicos han aprendido los trabajadores.

Las respuestas son conocimientos en:

- Primeros Auxilios
- Respuesta situaciones de emergencia (Brigadas contra incendios).
- Protección del medio ambiente.
- Clasificación de la Basura.

De acuerdo a las respuestas obtenidas se puede concluir que los temas que nombraron los operadores son temas inherentes a su trabajo, aspectos como: trabajo en equipo, cooperación, etc. principal enfoque de la pregunta no fueron mencionados.

⁷⁴ Creación Propia.

Pregunta 6

Según los resultados de esta pregunta los temas que los operadores desean que se incluyan en las capacitaciones son:

- Mantenimiento.
- Trabajo en Equipo.
- Manejo de Personal.
- Psicología y solución de Problemas.
- Salud.

Pregunta 7

Las actividades extras que les gustaría realizar al personal de Planta Pifo son:

- Deportes.
- Capacitación técnica (SECAP)
- Voluntariado.

Pregunta 8 y 9

La pregunta 8 y 9 están enfocadas a sugerencias para el lugar de trabajo en el que el operador se desempeña y para la organización en general respectivamente, por lo que se las agrupó y se las describe a continuación:

- Abastecimiento de 2 plataformas para una mejor distribución del producto.
- Provisión de materiales para la nave de envasado: tableros, marcadores, esferos, etc.
- Proveer a la nave de envasado de un escritorio y silla cómodas (ergonómicas) para la realización de reportes diarios.
- Regularizar el horario de entrada.
- Realizar programas de mantenimiento en cada área para un mejor funcionamiento de los equipos.
- Aceptar opiniones y sugerencias.

- Protección del techo para la torre de despacho, en el momento de lluvia se dificulta la revisión y conteo de plataformas que entran y/o salen de la Planta.
- Iluminación de la nave de envasado.
- Adquisición de Balanzas Automáticas.
- Protección del techo para el área de carga y descarga.
- Ropa de trabajo que cubra completamente las extremidades para evitar contacto con el GLP.
- Agilitar el proceso de compras, mejorar el sistema de inventarios, existen repuestos con lo que no se cuentan, se hace su pedido y no llegan a tiempo

Para un mejor funcionamiento del proceso de capacitación se sugiere utilizar los formatos de pre-capacitación así como una evaluación de la misma, de acuerdo a los siguientes formatos.

EVALUACIÓN PRE-CAPACITACIÓN	
	Tema _____
	Expositor _____
	Revisado por: _____
	Fecha: _____
Macroproceso	_____
Proceso	_____
Procedimiento	_____
Alcance	_____

Objetivos	_____

Contenido General	_____

Grupo de interés	_____

Recursos a utilizar	_____

Tiempo estimado	_____
Observaciones	_____

Gráfico 62. Formato Evaluación Pre-capacitación⁷⁵

⁷⁵ Creación Propia.

EVALUACIÓN DE CAPACITACIÓN.

Capacitador _____
 Fecha _____
 Tema _____

1) ¿Describa brevemente las ideas más importantes que se dictaron en la Capacitación?

2) ¿Qué otros recursos utilizó el expositor aparte de el visual?

3) ¿Cree que algún tema faltó de ser expuesto cuál?

4) ¿De los subtemas tratados cuál de estos, debería ser tratado más a detalle?

5) ¿Cómo aportó esta capacitación a su conocimiento profesional?

5) Excelente () 4) Muy Bueno () 3) Bueno () 2) Malo () 1) Pésimo ()

6) ¿Qué nivel de dificultad tuvo la exposición?

5) Excelente () 4) Muy Bueno () 3) Bueno () 2) Malo () 1) Pésimo ()

7) ¿Cómo aportó esta capacitación a su formación personal?

5) Excelente () 4) Muy Bueno () 3) Bueno () 2) Malo () 1) Pésimo ()

8) Sugerencias

Gráfico 63. Evaluación Post-Capacitación⁷⁶

⁷⁶ Creación Propia.

5.3 Balanceo de Líneas

Una vez que los productos defectuosos disminuyan con las acciones de mejora recomendadas, el operador a cargo del área de recuperado, dispondrá de tiempo para realizar otra operación. De acuerdo al análisis realizado, un área crítica dentro del proceso de envasado es el carrusel de llenado. La digitación manual de la tara en las balanzas podría ser apoyada por el operador del recuperado disminuyendo así la probabilidad de error en la digitación. Mediante un Balanceo de Líneas y un Diagrama Hombre-Máquina a continuación se analizará la posibilidad de que esta acción se pueda realizar sin afectar al proceso.

Tabla 15. Actividades Proceso Envasado⁷⁷

	ACTIVIDAD	T(s)
1	Se descargan cilindros en nave envasado	5
2	Operador verifica el estado del asa de cilindro	10
3	Operador rectifica el asa de cilindro	15
4	Cilindro ingresa al carrusel de llenado	30
5	Operador coloca tara del cilindro en balanza	10
6	Cilindro es llenado de GLP en fase líquida	70
7	Cilindro es transportado hacia las balanzas	10
8	Verificar peso en balanza 1	10
9	Verificar peso en balanza 2	10
10	Cilindro es evacuado o completado	120
11	Se verifica si existen fugas en cilindros	5
12	Se coloca sellos de seguridad en cilindros	7
13	Cilindro es transportado hacia el muelle de descarga	20
14	Se cargan los cilindros en los camiones	5
15	Ingresar datos en archivos físicos.	60
	TOTAL	387

⁷⁷ Creación Propia.

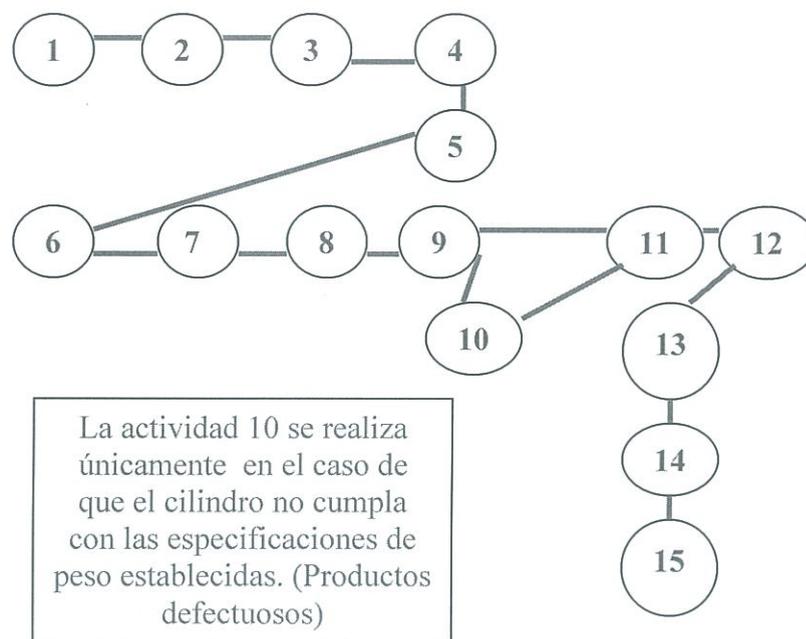


Gráfico 59. Secuencia de Actividades Proceso de Envasado⁷⁸

Como se puede observar en la tabla 15 la actividad con mayor tiempo promedio es la actividad No. 10 (Cilindro evacuado o completado), donde los cilindros son repesados, la cual muestra un tiempo promedio de 120 segundos; sin embargo ésta es realizada únicamente cuando existen productos defectuosos. A continuación, la actividad No. 6, donde el cilindro es llenado de GLP muestra 70 segundos de duración en promedio, ésta actividad es realizada de manera automática. Debido a que las dos actividades citadas anteriormente no son objeto de análisis por las razones mencionadas. La actividad a ser analizada es la No. 5 “Operador coloca tara del cilindro en balanza”

Como se ha demostrado en los análisis anteriores, ésta es una de las causas de la variación del proceso de envasado. La actividad es realizada por un solo operador mientras el carrusel sigue en movimiento, lo cual ocasiona que el operador no tenga el tiempo suficiente para colocar de manera exacta y precisa la tara de cada cilindro, que ingresa al carrusel.

⁷⁸ Creación Propia.

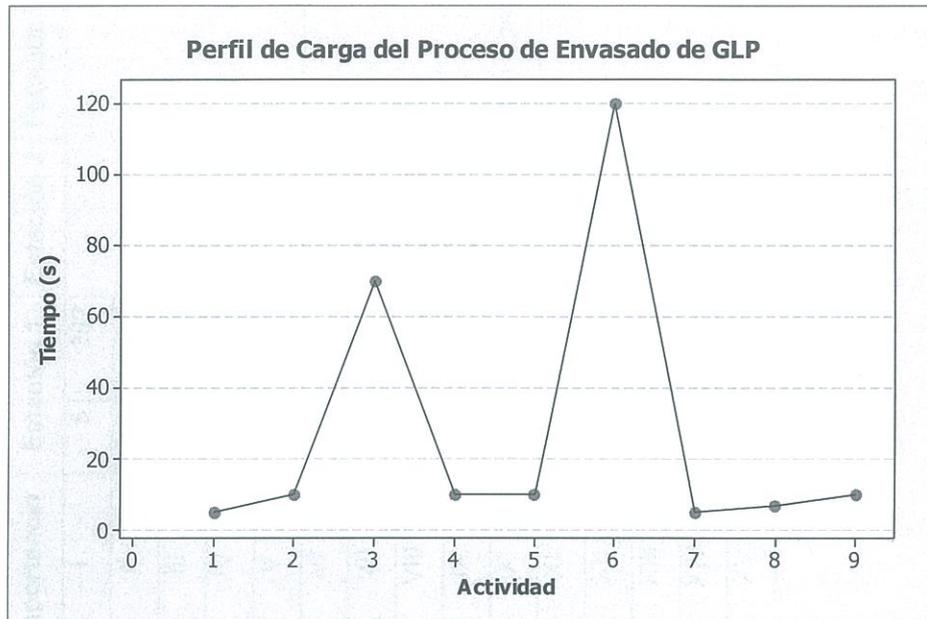


Gráfico 60. Perfil de Carga Proceso Envasado⁷⁹

El gráfico 60, muestra el Perfil de Carga para el proceso de envasado de GLP, donde se puede apreciar que éste está completamente desbalanceado debido a la existencia de muchos picos.

La actividad considerada el cuello de botella es la No.6 “Cilindro es llenado de GLP en fase líquida”, no se tomó en cuenta la actividad No. 10 por las razones mencionadas anteriormente. La actividad No. 6 muestra un tiempo promedio de: 70 segundos.

Tiempo de ciclo = 387 segundos equivalentes a 6.45 minutos.

Para balancear el proceso es necesario realizar la Matriz de Precedencia correspondiente, utilizando la información obtenida. La Matriz de Precedencia permitirá determinar el número de estaciones de trabajo necesarias así como de las actividades que se deben realizar en cada una de éstas, permitiendo así optimizar el proceso.

⁷⁹ Creación Propia.

Gráfico 61. Matriz de Precedencia proceso Envasado⁸⁰

#	Tiempo individual	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	PW	Importancia	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	
1	5	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	387	I	5	382			
2	10	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	382	II	10	377			
3	15	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	372	III	15	372			
4	30	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	357	IV	30	357			
5	10	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	327	V	10	377			
6	70	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	317	VI	70	317			
7	10	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	247	VII	10	377			
8	10	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	237	VIII	10	377			
9	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	227	IX	10	377			
10	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	217	X	10	377	120	267	
11	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	97	XI				5	382
12	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	92	XII				7	380
13	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	85	XIII				20	367
14	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	XIV				5	382
15	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	XV				60	327

⁸⁰ Creación Propia.

5.3 Análisis Proveedores

Como se mencionó en la sección 4 Fase Analizar del sistema DMAIC, la variación de la gravedad específica en el GLP es una causa de la variación en el proceso, y ésta se da por que la organización se abastece desde distintos lugares del país para su producción. Los cupos con lo que se debe cumplir se presentan a continuación:

Tabla 16. Cupos por centro de abastecimiento⁸¹

LUGAR	CUPO (Semanal)
Oyambaro (Quito)	140 toneladas
Esmeraldas	140 toneladas
Guayaquil	252 toneladas

Estos cupos son semanales, la capacidad de los tanqueros que transportan GLP es de 20 toneladas, el número de viajes en promedio desde Oyambaro y Esmeraldas son seis, y desde Guayaquil 10. Aunque la Planta envasa únicamente de lunes a sábado, los abastecimientos se puede realizar cualquier día de la semana incluyendo Domingo.

Por la cantidad de producto el lugar crítico de abastecimiento es Guayaquil, se recomienda programar de acuerdo a los horarios de despachos en este centro para abastecer dos veces por día desde este lugar en el horario de la mañana, con dos abastecimientos de 20 toneladas se pueden envasar aproximadamente 2400 tanques, es decir, 3 horas de producción. Desde Esmeraldas se puede abastecer una vez por día para el medio día y por último desde Oyambaro para la tarde.

Toda esta programación puede variar de acuerdo a las condiciones de los centros de abastecimiento. Sin embargo no se cuenta con información suficiente para realizar un análisis completo de este tema por lo que se recomienda recolectar datos de distribución, disponibilidad y horarios para establecer un calendario apropiado de aprovisionamiento.

⁸¹ Creación Propia.

5.4 Plan de Implementación

Todas las mejoras descritas anteriormente cuentan con un calendario para facilitar su realización, sin embargo se cree necesario elaborar un plan de implementación que reúna todas las acciones a seguirse para facilitar su ejecución mediante una visión global del mismo.

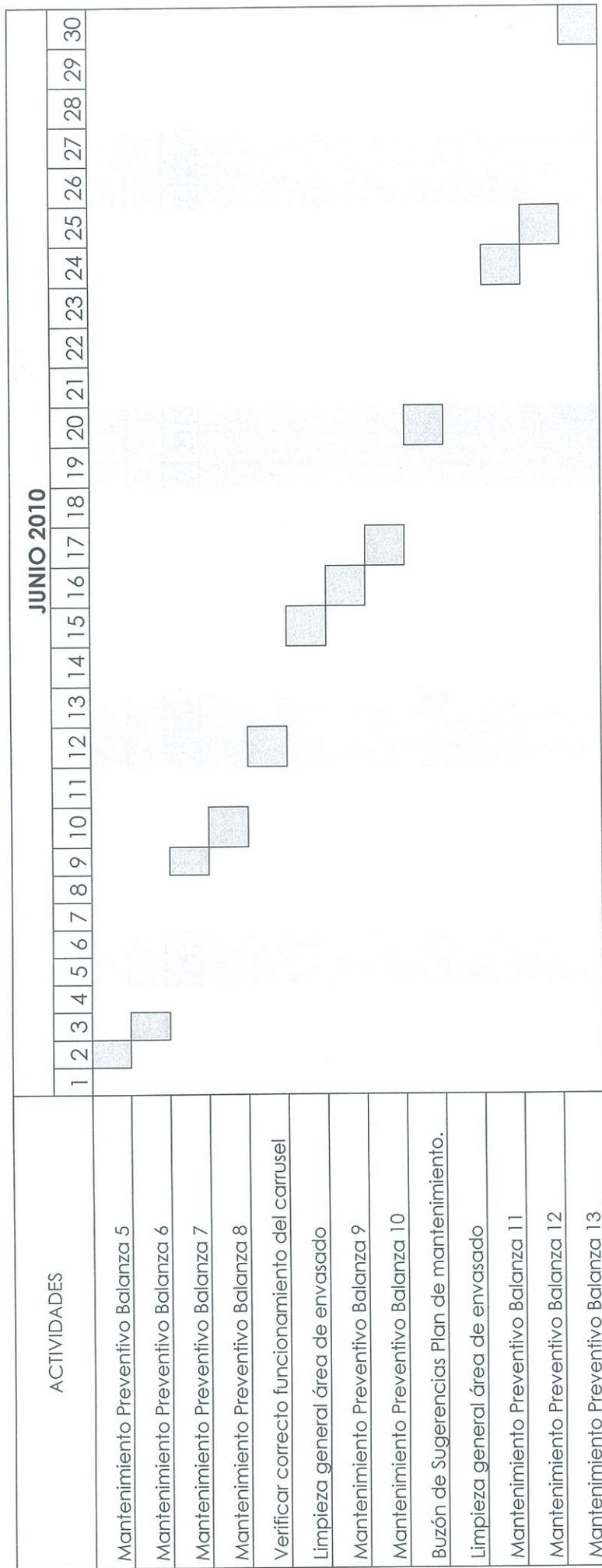


Gráfico 63. Cronograma Implantación mes junio⁸³

⁸³ Creación Propia.

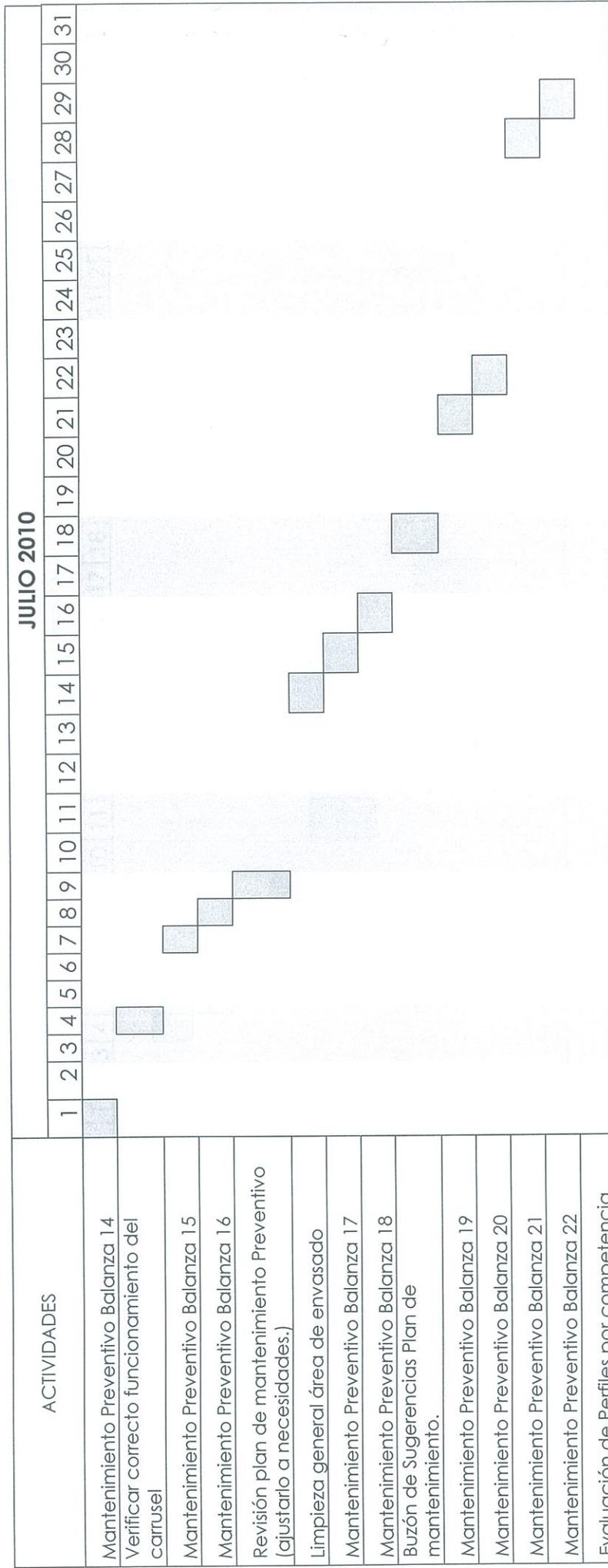


Gráfico 64. Cronograma Implantación mes julio⁸⁴

⁸⁴ Creación Propia.

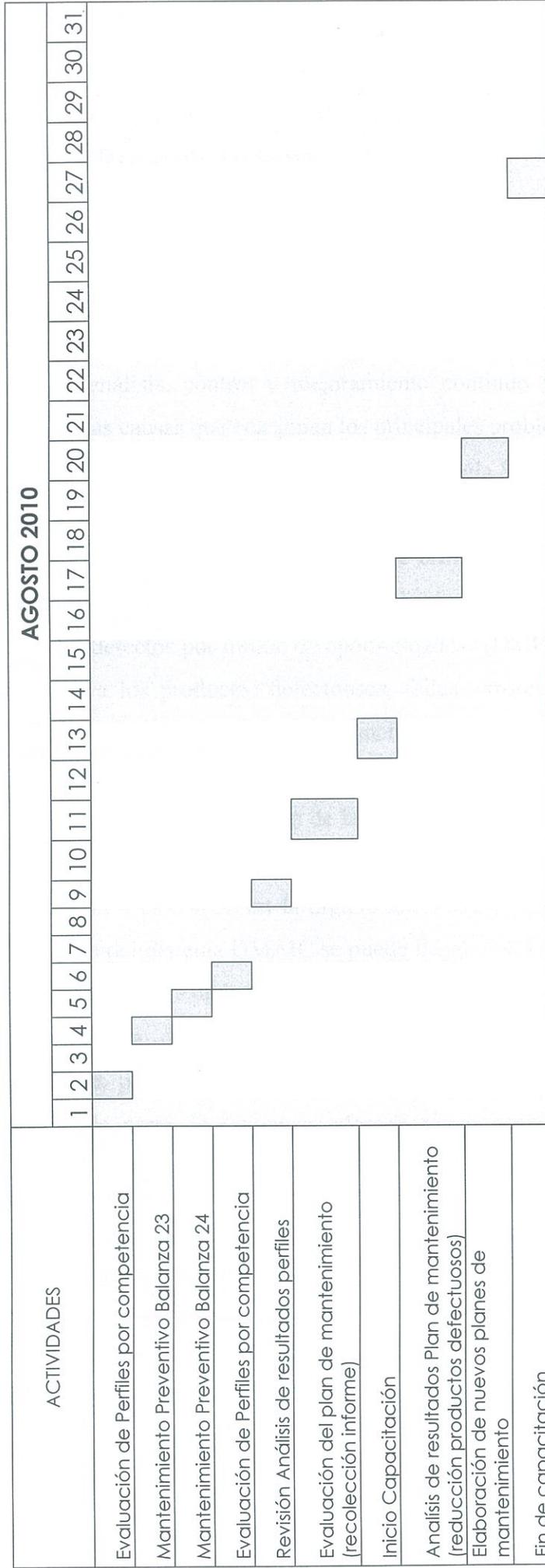


Gráfico 65. Cronograma Implantación mes agosto.⁸⁵

⁸⁵ Creación Propia.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones:

- El sistema de mejora DMAIC de la Herramienta Seis Sigma clasifica y reúne diferentes herramientas de análisis, control y mejoramiento continuo lo cual facilita el proceso de identificación de las causas que ocasionan los principales problemas en una organización.
- El uso de herramientas estadísticas en la Metodología Seis Sigma es la clave que permite obtener indicadores (numéricos) que permiten monitorear los problemas que afectan los procesos de una organización, y esto a su vez le brinda a la Administración y Gerencia un instrumento para solucionarlos en función de darle al cliente un mejor servicio.
- El indicador “defectos por millón de oportunidades” (DMPO) permite apreciar de manera global e ilustrativa los productos defectuosos, fallas, errores, etc. que se presentan en un proceso. Es un indicador del nivel de eficiencia del proceso y es más fácil utilizarlo a nivel gerencial. También éste indicador puede ser transformado al nivel sigma del proceso correspondiente (6σ , 5σ , etc.) La meta de las organizaciones es llegar al nivel Seis Sigma en el cual los defectos por millón de oportunidades son 3.4.
- Un nivel sigma 4 es común en la organizaciones, sin embargo con la aplicación de las técnicas de mejora del Sistema DMAIC se puede llegar al 4.5 o 5 nivel sigma, lo que implica una reducción considerable de la tasa de productos defectuosos del proceso.
- La mejor manera de plantear a la Gerencia es transformándolos en indicadores económicos de las pérdidas o costos extras ocasionados; de esta forma se podrá obtener mayor atención de parte de los encargados de tomar decisiones para asignar recursos y materiales a la resolución de dichos problemas. .

Planta Pifo actualmente posee indicadores de producción, calidad, eficiencia, etc. sin embargo éstos datos no son siempre reales, de acuerdo a lo revisado en archivos electrónicos y/o físicos. Por ejemplo durante la realización de éste proyecto se identificó que existe un ingreso erróneo de datos, con conocimiento de causa la información se aleja de la realidad.

- El hecho de que la matriz de la empresa se encuentre en Guayaquil, ha influido mucho en que las normas, procedimientos, etc. estén basados únicamente en las operaciones de esta

ciudad, por ende no se acoplan a la realidad local de Planta Pifo, lo que a su vez no permite que los procesos se cumplan correctamente.

- Los productos defectuosos generan costos económicos adicionales que en el año 2008 ascienden a \$ 16.000 y en la mitad el año 2009 son de \$ 18.000. Además de los costos adicionales que genera la existencia de productos defectuosos, existe un Organismo Externo (la Dirección Nacional de Hidrocarburos DNH) que controla el peso de cilindros que son vendidos por Planta Pifo, las sanciones por incumplimiento del peso normado van desde multas económicas altas hasta cierre definitivo de la Planta.
- El número de productos defectuosos en Planta Pifo tiene un DPMO = 17703, lo que equivale a un nivel sigma de 3.6. Estos indicadores se obtuvieron con los datos históricos disponibles en Planta Pifo de todo el año 2008 y la mitad del año 2009.
- Las principales causas que generan la presencia de productos defectuosos son: balanzas del carrusel descalibradas, falla humanas (operadores) en el ingreso de información, variación de condiciones GLP (materia prima).
- Únicamente se realiza mantenimiento correctivo de las balanzas cuando se detecta alguna falla de operación, no han recibido ningún mantenimiento preventivo, ni limpieza durante los cinco años de funcionamiento de la Planta. Estas acciones solucionan el problema solo temporalmente. El problema se vuelve repetitivo y el costo es mayor, un mantenimiento preventivo mantendrá lo equipos en buen estado disminuyendo costos altos de reparación.
- El alto nivel de participación de los operadores en el proceso de envasado en actividades como: digitación, colocación tara, evacuación de GLP, hace que constituyan una causa importante de variación del proceso.
- El análisis R&R de Repetibilidad y Reproducibilidad realizado mediante ANOVA comprobó que los operadores ingresan variabilidad al proceso al colocar valores de taras diferentes a las impresas en los cilindros. Esto refuerza la necesidad de un programa de Capacitación y Entrenamiento.
- El valor de Repetibilidad es grande comparado con el de Reproducibilidad por lo que se puede concluir que existe una variación de los valores ingresados de un solo operador. Entre las causas generales de estos resultados están: la necesidad de un mantenimiento del equipo (balanzas carrusel), así como del entrenamiento del personal que opera los equipos.

- La desmotivación del personal de Planta Pifo hace que sus actividades únicamente estén orientadas a cumplir con la producción estándar diaria sin importar desperdicios, productos defectuosos, mal uso de recursos, etc. La capacitación que reciben por parte de la organización incluye solamente los exigidos por la Norma ISO 14001.
- La selección de personal en Planta Pifo no posee una descripción de los puestos de trabajo en la nave de envasado, no existe rotación de personal ni un estudio para la asignación de los puestos trabajo.
- La diferenciación en la definición de puestos del personal empleado en Planta Pifo ha creado un ambiente de competencia, lo que ha causado problemas por falta de cooperación y trabajo en equipo. En este sentido es necesario integrar a todo el personal para trabajar con un objetivo común y así mejorar el proceso de envasado de G.L.P.
- Dentro del proceso de envasado de GLP. la dos balanzas de repesado pueden colocarse en el mismo nivel de tolerancia, como se demostró en el capítulo 5 esta medida no afecta el proceso por lo cual no es necesario colocar distintos niveles de tolerancia en las dos balanzas.

6.2 Recomendaciones:

- Controlar y supervisar el ingreso de datos al sistema por parte del personal de la organización, lo que permitirá tener una base sólida de información en la cual cimentar futuros estudios de mejoramiento o eficiencia del proceso.
- Capacitar al personal en el uso de GLP en la aplicación de las normas básicas para cuidar su bienestar y/o salud, ya que en el proceso de envasado la materia prima hace del proceso altamente peligroso por lo que el uso de Equipo de Protección Personal es indispensable. Así como también la postura al trabajar y el manejo de carga.
- Planta Pifo debe contar con sus propias normas y/o procedimientos de acuerdo a sus actividades y necesidades permitiendo así que los procesos se estandaricen y exista acciones claves que se puedan cumplir.
- Analizar el costo y beneficio de comprar nueva maquinaria ya que el equipo que se utiliza en el proceso de envasado es antiguo, y presenta problemas debido a la culminación de vida útil de los mismos.

- Continuar con el Plan de Mantenimiento preventivo de las balanzas de carrusel. Como se demostró al realizar el mantenimiento de las dos balanzas el porcentaje de rechazo promedio se ubicó en un 7.2%, disminuyendo los DPMO y así se podrá alcanzar un nivel sigma más alto. Con el plan de Mantenimiento Preventivo recomendado que se detalla en la sección 4. Etapa Mejorar y Controlar, se podría llegar a un nivel sigma de 4, en el cual el DPMO sería igual a 6.200. Los ahorros económicos en promedio diarios serían de \$ 36.40.
- Aplicar un Programa de Capacitación y Entrenamiento como el sugerido en la etapa 4. Mejorar y Controlar, donde se evalúa primero las competencias que dispone actualmente el personal y según los resultados se organiza y ejecuta la Capacitación y Entrenamiento.
- Reforzar la capacitación del personal con temas como: diseño ergonómico puestos de trabajo, capacitación en temas de interés del personal, disponibilidad de horario para estudiar, actividades deportivas y voluntariado. Los temas de Capacitación que interesan al personal están orientados dentro de los siguientes temas: Mantenimiento, Trabajo en Equipo, Manejo de Personal, Psicología y solución de Problemas y Salud. Es necesario que se organice charlas con énfasis en éstos temas.
- Es necesario que se realice una retroalimentación de la capacitación que reciben los operadores para comprobar si la misma es útil, y si el tema ha sido comprendido, los formatos pre-capacitación y post-capacitación permitirán evaluar el sistema de Capacitación.
- Se deben fortalecer los canales de comunicación en la organización. Un trabajo conjunto entre la gerencia y los operadores permitirá solucionar problemas a tiempo así como también adelantarse a la ocurrencia de los mismos. Es necesario un programa de motivación para el personal, con éste los operadores estarán con una mejor actitud hacia sus actividades diarias.
- Fomentar una relación más participativa con los proveedores de GLP para que se especifiquen con claridad horarios, disponibilidad, y transporte de manera que se pueda realizar un plan de abastecimiento de GLP con menor costo y mayor calidad.
- Capacitar constantemente al personal en herramientas de Calidad que permitirán a Planta Pifo optimizar sus procesos, reducir los productos defectuosos y disminuir los costos relacionados

7. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, Héctor. 2003. Perspectivas Six Sigma. Revisado el 15 de agosto de 2009. < <http://www.mantenimientoplanificado.com/eproductiva.com/6sigma/perspectivass.pdf>>
- Aranda, Víctor. Evaluación y expresión de incertidumbres con estudios R&R. 2° Edición. México. 1999.
- Besterfield, Dale. Control de Calidad. 2° Edición. México: Prentice Hall, 1994.
- Cisneros Patricio. “Ingeniería Industrial”. USFQ. Cumbayá. Febrero 2005.
- Cisneros, Alejandro. Vizcaíno, Mayra “Control Estadístico de la Calidad en una Florícola” 2004.
- Cordero, José María. Estadística Descriptiva. 2° Edición. México: Esk Editorial, 2002.
- El-Haik, Kai Yang. Design for Six Sigma a roadmap for product development. 1° Edición. New York: Mc Graw-Hill, 2003.
- Gutierrez, Humberto. Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma. 4° Edición. México: Mc Graw- Hill, 2004.
- Gotzas, Aylin. Six Sigma Approach in Business Enterprises: Evidence from Schneider Electric Turkey. 2009.
- Johnson, Robert. Estadística Elemental. 2° Edición. México: International Thomson Editores, 1999.
- León, Mauricio. 2002. Seis Sigma: Hacia un Nuevo Paradigma en gestión. Revisado el 14 de agosto de 2009. <http://www.estudiagratis.com/showCourse.php?a=2837&b=1&h=2892B65C41417C37F816E6A60C4CEFC>
- López, Gustavo. Metodología Six-Sigma: Calidad Industrial. Revisado el 17 de agosto de 2009. < <http://www.mercadeo.com/archivos/six-sigma.pdf>>
- Martínez, Ciro. Estadística y Muestreo. 11° Edición. Colombia: Ecoe Ediciones, 2002.
- Meet Minitab 15 para Windows. 2007. Revisado el 20 de febrero de 2010. < http://www.minitab.com/uploadedFiles/Shared_Resources/Documents/MeetMinitab/MeetMinitabES.pdf>
- Navarrete, Danny. “Calidad Total”. USFQ, Cumbayá. Enero 2006.

- Pyydek, Thomas. The Six Sigma Handbook: A complete guide for green belts, and managers at all levels. New York: Mc Graw-Hill, 2003.