ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Mejoramiento de la Productividad Cumpliendo la Norma Gubernamental en Operaciòn de LLenado de Cilindros con GLP”.

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentada por:

Jaminton Hermel Abad León

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2005

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro creador, a mis padres Jacinto y Marina, a mi esposa Elsita, a mis hermanos Guilver y Johanna, a Justo M. por todo el apoyo incondicional brindado; y al Ing. Ignacio Wiesner por su invalorable ayuda.

DEDICATORIA

A mis hijas Jokito y Andreita; a mi esposa Elsita; a mis Padres; a mis hermanos Guilver, Johanna y Bladimir; y a mi sobrino Jamir; quienes fueron la razón para culminar este trabajo

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Julian Peña E.
DELEGADO POR EL DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Jorge Abad M.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Ignacio Wiesner F.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Jáminton Hermel Abad León

ESPOL
1958
ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL
BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS"
F.I.M.C.P.

RESUMEN

La presente tesis de grado fue realizada en las instalaciones de la empresa DURAGAS – REPSOL que se encuentran ubicadas en el Km. 0,5 de la vía Santa Rosa-La Avanzada, provincia de El Oro.

Se resolvió el problema del incumplimiento del peso neto del cilindro de GLP de acuerdo a las normativas legales que obligan a las envasadoras a mantenerse dentro del rango establecido de 2.5 menos del peso neto.

Por el requerimiento planteado, usando las técnicas de avaluación de problemas, se realizo el análisis correspondiente para identificar las causas raíz, con miras a mejorar la productividad aún manteniendo el cumplimiento de la normativa legal, siendo éste el objetivo de esta tesis.

Se plantearon las alternativas de solución; una de las posibilidades era modernizar nuestro sistema de llenado con carruseles equipados con balanzas electrónicas, lo cual implicaba una espera de por lo menos tres años, fecha de aprobación del directorio corporativo, lo cual se traducía que mantengamos con baja productividad y con un gasto elevado en pagos de multas.

La alternativa acertada fue desarrollar e implantar procedimiento de compensación de pesos en la operación de llenado, reemplazar los dispositivos de corte de flujo de gas en buen estado de funcionamiento y mantener las mismas balanzas. Después de realizar todas estas acciones de mejoramiento de la operación, los indicadores de productividad como el rendimiento en cilindros envasados por hora-hombre mejoró de 27,0 cil/hr-hm a 30,5 cil/hr-hm; y el indicador económico dólares por tonelada métrica envasada, cambió desde $ 4,3 a $ 3,6.

INDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN…… II
INDICE GENERAL…… IV
ABREVIATURAS…… VI
INDICE DE FIGURAS…… VII
INDICE DE TABLAS…… VIII
INDICE DE PLANOS…… IX
INTRODUCCIÓN…… 1

CAPITULO 1

1. DIAGNOSTICO INICIAL DE LA PLANTA…… 3
1.1.-Descripción de Planta…….. 3
1.2.-Sistemas y Condiciones de Llenado…….. 5
1.3.-Índices de Productividad Instalada…….…… 10
1.4.-Desventajas del Sistema Actual…… 13
1.5.-Técnicas de Análisis……... 17

CAPITULO 2

2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN E IMPLEMENTACIÓN… 27
2.1.-Soluciones Basadas en Tara de los Cilindros…… 27
2.2.-Solución Escogida y Plan de Implantación…… 37
2.3.-Reemplazo de los Dispositivos de Corte de Flujo…..... 39

2.4.-Implantación de Procedimiento “Compensación de Pesos” 40

CAPITULO 3.

3. EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS REALIZADOS……. 41

3.1.-Análisis Comparativo de los Índices de Productividad y Calidad……. 41

3.2.-Análisis Costo – Beneficio……... 43

CAPITULO 4.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1.- Conclusiones……. 47

4.2.- Recomendaciones……. 48

APENDICES

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

GLP	Gas Licuado de Petróleo
DNH	Dirección Nacional de Hidrocarburos
PCO	Petrocomercial
TM	Tonelada métrica
Env	Envasado de GLP
PN	Peso Neto de GLP
hr	Hora
hm	Hombre
MO	Mano de Obra
CI	Contra Incendio
Gpm	Galones por minuto

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1	Vista Panorámica – Planta de Envasado……..	4
Figura 1.2	Organigrama de la Empresa…….	5
Figura 1.3	Diagrama de Flujo del Proceso Anterior…….	6
Figura 1.4	Dispositivo para Corte de Flujo de GLP……	7
Figura 1.5	Balanza Mecánica para Llenado de Cilindros ……	7
Figura 1.6	Hoja de Registro-Cuantificación de Defectos……	8
Figura 1.7	Incorporación del Repesado en el Proceso……..	9
Figura 1.8	Una de las Cuatro Estaciones de Repesado…….	10
Figura 1.9	Esquema del Sistema Hidráulico…….	13
Figura 1.10	Dispositivo para corte de flujo de GLP……..	14
Figura 1.11	Balanza Mecánica para Control del Peso durante el Llenado…….	16
Figura 1.12	Cabezal de Llenado …….	17
Figura 1.13	Resultado de Taller Lluvia de Ideas……. ..	18
Figura 1.14	Diagrama Causas-Efecto…….	20
Figura 1.15	Diagrama de Flujo del Proceso Envasado……...	22
Figura 1.16	Hoja de Registro “Variabilidad de taras”……...	24
Figura 1.17	Hoja de Registro “Causas del Defecto”……...	25
Figura 1.18	Análisis de Pareto “Causas del Defecto Según Tara”….	26
Figura 2.1	Diagrama de Causa y Efecto…….	27
Figura 2.2	Hoja de registro “Causas del Efecto”……..	29
Figura 2.3	Ilustración de la Tara Rotulada en Cilindro…….	29
Figura 2.4	Ejemplo de Tipos de Taras…….	30
Figura 2.5	Dispositivo Corte de Flujo de GLP Neumático……..	31
Figura 2.6	Análisis de Pareto “Causas del Defecto”…….	32
Figura 2.7	Análisis de Pareto “Causas del Defecto Según Tara”….	33
Figura 2.8	Hoja de Registro “Distribución de Taras”…….	34
Figura 2.9	Análisis de Pareto “Distribución de Taras”…….	35
Figura 2.10	Pesos de Compensación……..	37
Figura 2.11	Matriz de Análisis del Método “Compensación de Pesos”	38
Figura 2.12	Programa de Implantación del Método “Pesos de Compensación”…….	39
Figura 2.13	Aplicación del procedimiento Pesos de Compensación…	40
Figura 3.1	Reducción de los defectos según las hojas de registro “Causas del Defecto”…….	42

INDICE DE TABLAS

Pág.

TABLA 1	Análisis de Tiempos y Cálculo de Rendimientos por Actividad…….	11
TABLA 2	Rendimiento del Proceso Envasado-Antes (# Cil/Hr-Hm)…….	12
TABLA 3	Índice de productividad-antes($MO/Tm Env)…….	13
TABLA 4	Rendimiento del proceso envasado – después (# Cil./hr-hm)…….	42
TABLA 5	Índice de productividad-después($MO/Tm Env)..……	43
TABLA 6	Ahorro en Mano de Obra Con y Sin la mejora ($MO/Tm Env)..…….	45
TABLA 7	Ahorro por Cumplimiento de Norma Gubernamental….	46

INDICE DE PLANOS

PLANO 1 Plano General Planta Bellavista

APÉNDICE A: ACTA DE CONTROL DE PESOS

APÉNDICE B: ESQUEMA INTEGRAL – COMERCIALIZACIÓN DEL GLP

APÉNDICE C: ESQUEMA INTEGRAL – COMERCIALIZACIÓN DEL GLP

APÉNDICE D: UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE TRABAJO

PLANO 1: PLANO GENERAL PLANTA BELLAVISTA

RESUMEN

Las instalaciones de la empresa DURAGAS – REPSOL se encuentran ubicadas en el Km. 0,5 de la vía Santa Rosa-La Avanzada, provincia de El Oro.

Al tomar a cargo esta empresa se establecieron nuevas políticas reales acordes con las normativas legales de nuestro país y de todos ellas la más importante por cumplir fue la relacionada con el cumplimiento del peso neto de GLP dentro del rango establecido del 2.5% de peso del Gas. Durante la operación de llenado en los cilindros por cumplir con la normativa, nuestra productividad decreció en forma crítica debido a la variabilidad de taras de los cilindros, a la tecnología de los dispositivos de corte de flujo, y al tipo de balanza para la operación de llenado de lo contrario la imagen de la empresa se vería seriamente comprometida por afectar la economía y seguridad de los usuarios del GLP en cilindros y por recibir multas económicas muy representativas por parte de organismo estatal.

Por el requerimiento planteado, usando los enfoques FODA y CAUSA-EFECTO se realizo el análisis correspondiente para identificar las causas raíz, con miras a mejorar la productividad aun manteniendo el cumplimiento de la normativa legal país, siendo éste el objetivo de esta tesis.

Se plantearon las alternativas de solución; una de las posibilidades era modernizar nuestro sistema de llenado con carruseles con balanzas electrónicas, lo cual implica una espera de por lo menos tres años, fecha de aprobación del directorio corporativo, implicando que todo este tiempo nos mantengamos con baja productividad o con un gasto elevado en pagos de multas.

La alternativa acertada fue desarrollar e implantar procedimiento de Compensación de pesos en la operación de llenado, reemplazar los dispositivos de corte de flujo de gas en buen estado de funcionamiento y mantener las mismas balanzas. Después de realizar todas estas acciones de mejoramiento de la operación, los indicadores de productividad como el rendimiento en cilindros envasados por hora-hombre mejoró de 27,0 cil/hr-hm a 30,5 cil/hr-hm; y el indicador económico dolres por tonelada métrica envasada, cambió desde $ 4,3 a $ 3,6.

INTRODUCCIÓN

El Gas Licuado de Petróleo (GLP) por ser una alternativa energética funcional con alta disponibilidad para las familias ecuatorianas es un producto de consumo masivo, mas aún que se encuentra subsidiado por el estado, representa una opción de alta conveniencia para el usuario.

Hace pocos años al iniciar la participación de empresas transnacionales en la comercialización de los derivados del petróleo en el Ecuador, fue vital para los usuarios debido a la implementación de altos estándares de calidad en el servicio como parte de un proceso de modernización.

Al ser adquirida la empresa familiar gasera en referencia, por una multinacional española, el sector del GLP ha sido uno de los últimos en sufrir los efectos de la modernización. En nuestro país al ser subsidiado el GLP, las normativas legales ecuatorianas regulan todas las actividades relacionadas, desde la recepción, almacenamiento, envasado hasta la entrega del producto a los usuarios.

En primer lugar, se desarrollo un diagnostico enfocado al cumplimiento de normas gubernamentales y corporativos, lamentablemente las instalaciones y los procesos los incumplían. Una de las principales políticas empresariales

CAPITULO 1

1. DIAGNOSTICO INICIAL DE PLANTA

1.1 Descripción de Planta.

La planta en referencia se encuentra en el Km. 0.5 de la vía Bellavista-La Avanzada, provincia de El Oro. Su promedio mensual actual de producción es de 2660 TM GLP envasadas, convirtiéndola en la segunda más importante de un total de cinco existentes en el país, pertenecientes a una multinacional española. Actualmente abastecemos a toda la zona sur del país, esto es a las provincias de Loja, El Oro, Azuay, y Zamora Chinchipe.

La multinacional adquirió la empresa gasera en el año 1998, la misma que anteriormente era una empresa familiar, cuyos procesos e instalaciones incumplían con normas gubernamentales y de la comparación, una de las más importantes es garantizar que el peso neto (PN) esté dentro del rango establecido. Se adjunta plano general de la planta (ver plano 1).

CAPITULO 2

2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

2.1. Soluciones Basadas en Tara de los Cilindros.

En primera instancia se elaboró el diagrama “Causa-efecto” (fig. 2.1), el cual nos ayudó a determinar todas las causas posibles, unas de las mas importante fueron la **variabilidad de la tara** y el **estado operativo del sistema de corte**.

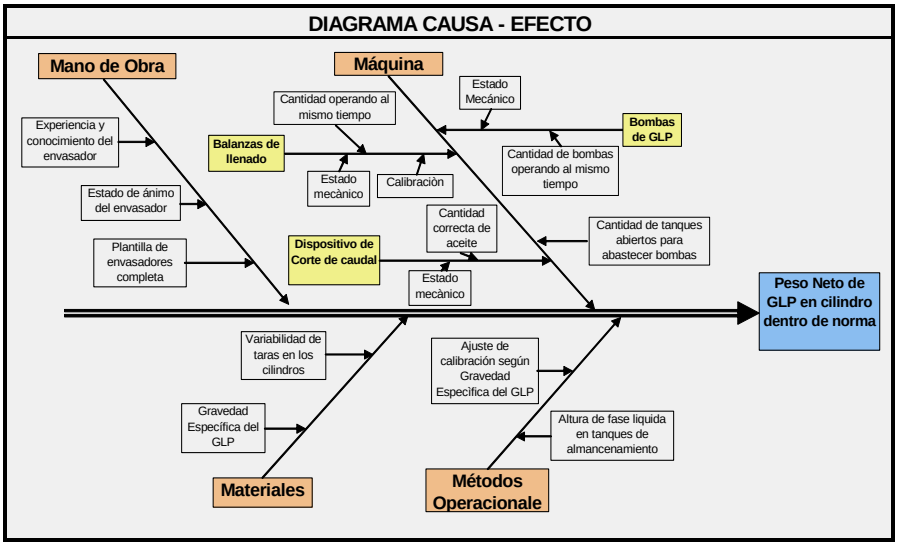


FIGURA 2.1 DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

CAPITULO 3

3. EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS REALIZADOS.

3.1. Análisis Comparativo de los Índices de Productividad y Calidad.

El mayor obstáculo en la implementación del procedimiento “pesos de compensación” en el llenado de cilindros, fue la familiaridad de los envasadores con la selección de los pesos en función del tipo de tara.

Adicional, con el cambio de sistema de corte del hidráulico al neumático, la confiabilidad por cada balanza mejoró considerablemente; como se puede apreciar en la figura 3.1, la implementación de estas dos acciones en los dos primeros meses, provocó que la cantidad de defectos baje aproximadamente hasta el 3%.

Con los resultados obtenidos luego de la mejora, el subproceso “REPESADO” del producto terminado previa la liberación del mismo, pasó a ser solo un proceso de inspección por muestreo, realizado por el calibrador de balanzas.

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 Conclusiones.

El uso de las herramientas estadísticas ha sido clave en el proceso de solución de problemas, desde la determinación de causas, valoración de las causas, identificación de causa raíz, establecer alternativas de solución; y análisis, implementación, medición y evaluación de la solución definitiva. De este proceso se formulan las siguientes conclusiones como resultados de las mejoras implementadas:

- Los defectos de producción por peso fuera de norma, se redujeron hasta un 3%.
- Se incrementó el índice productivo en un 13%, desde 27,0 cil/hr-hm hasta 30,5 cil/hr-hm.
- Se redujo el promedio de hr/día por empleado en un 7%.
- El índice de productividad económico tuvo una reducción promedio de 17%, esto es desde $ 4.3 MO/TM env. hasta $ 3.6 MO/TM env.

BIBLIOGRAFÍA

1. Administración de Operaciones “Toma de decisiones en la función de operaciones”. Autor Roger G. Schroeder.

2. Administración. Tercera Edición. Editorial McGraw Hill. Autor David R. Hampton.

3. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Editorial Norma. Autor Hitoshi Kume.

4. Tesis de Grado “Mejoramiento de la Productividad de la Camaronera Zulema II, por la implantación de sistema de mantenimiento Preventivo y correctivo de grupo de Bombeo” Autor Ángel Alberto Uquillas Albán.

5. Tesis de Grado “Diagnóstico de la capacidad para abordar un proceso de mejora continúa hacia la calidad total para una empresa de productos plásticos” Autor Gustavo F. Wray Franco.

de esta transnacional es cumplir con normativas gubernamentales, en especial la relacionada con el peso neto de GLP contenido en el cilindro según el Decreto Ejecutivo 2282 publicado en el registro oficial #508 publicado el 4 de febrero de 2002, en donde establece una tolerancia de 2.5% del peso neto de GLP.

El hecho de no cumplir con la norma, implicaba deteriorar seriamente la imagen de la empresa, e incurrir en gastos elevados por pago de multas; para cumplirla se implementó cuatro estaciones de repesado para la total comprobación del peso, como solución parche, pero la productividad se vio seriamente afectada, al incrementarse los costes en mano de obra, prolongar la jornada, y aumentar las probabilidades de accidentes laborales, lo peor exponiéndonos a perder participación de mercado.

Me correspondió como Jefe de Planta corregir las deficiencias en el menor tiempo posible y con pocos recursos económicos. Aunque no solo cumplí con el primer objetivo sino que también logré mejorar los índices de productividad que pasó a convertirse en objetivo principal del presente trabajo.

Aproximadamente el 73% del consumo nacional de GLP, es cubierto por la importación, la diferencia es producido en las refinerías de Petroproducción ubicadas en Esmeraldas, Libertad y Sushufindi.

FIGURA 1.1 VISTA PANORÁMICA – PLANTA DE ENVASADO

En el mercado nacional existen alrededor de seis comercializadoras de GLP, dentro de las tres más grandes se encuentra la multinacional en referencia con una participación de mercado aproximada del 40%.

Actualmente el estado ecuatoriano es el único proveedor de las comercializadoras de GLP, quien además subsidia alrededor del 75% de los costes involucrados en todo el proceso para la

comercialización, desde la adquisición de la materia prima hasta la entrega del producto al usuario final.

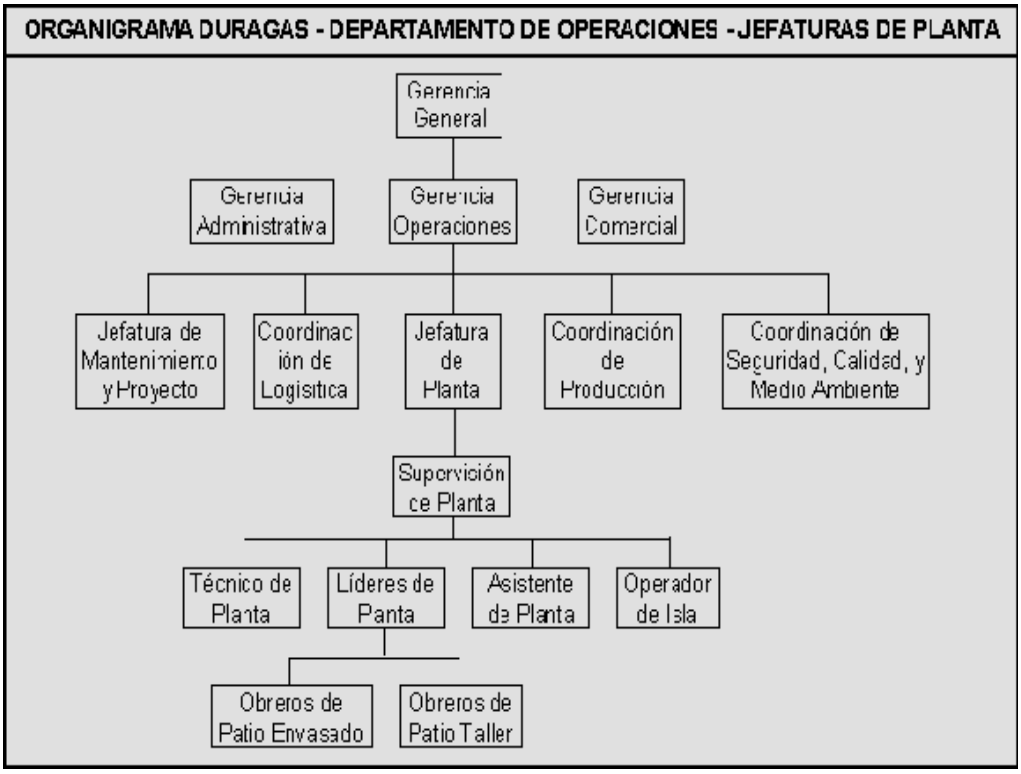


FIGURA 1.2 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

1.2 Sistemas y Condiciones de Llenado.

Como proceso inicial, se identificó las características claves de calidad del producto y se elaboró un diagrama de flujo de los procesos efectuados en planta (fig. 1.3).

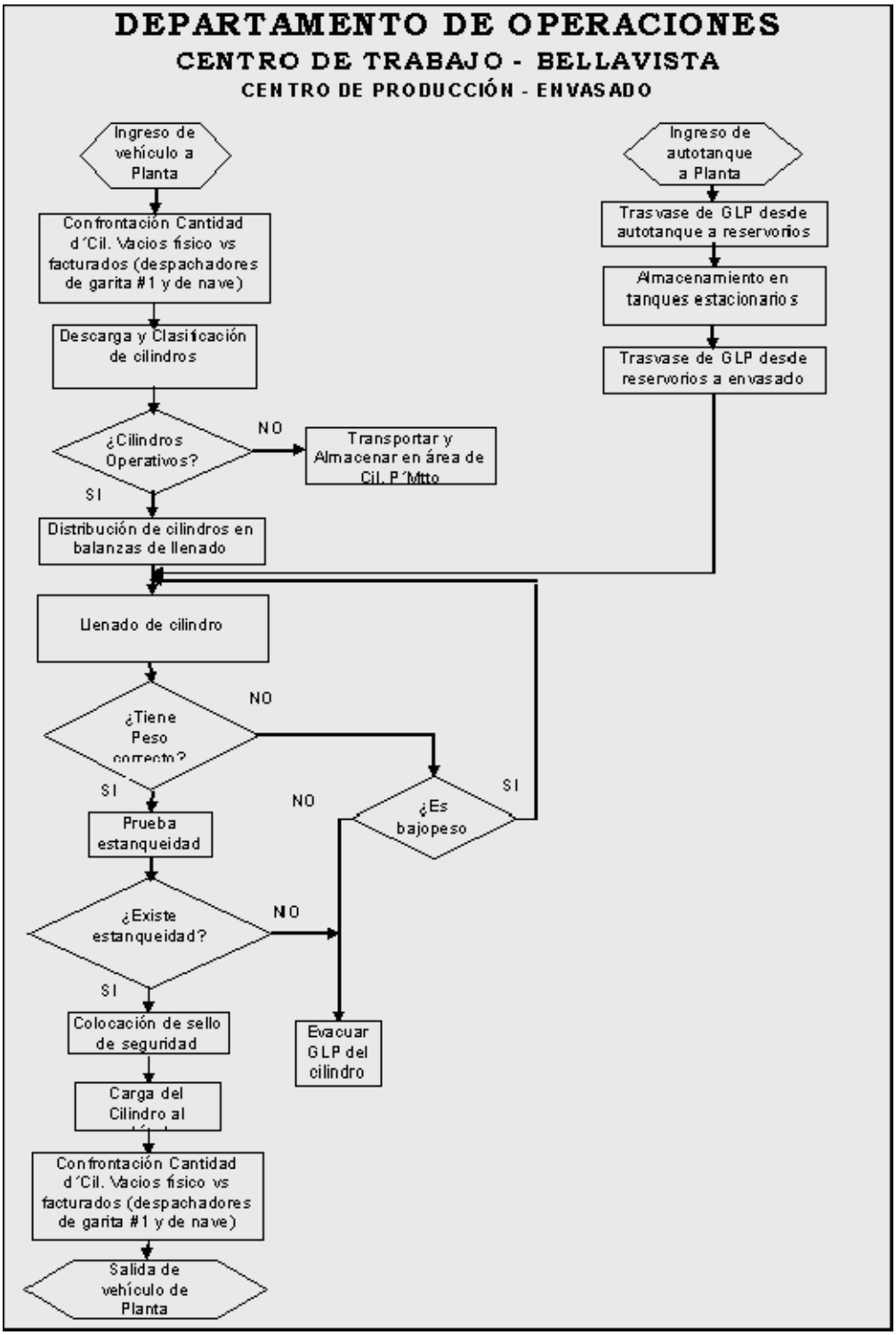


FIGURA 1.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO ANTERIOR

El proceso de llenado y de corte del flujo de GLP es completamente manual en la planta, los equipos utilizados son balanzas mecánicas tipo romanas.

FIGURA 1.4 DISPOSITIVO PARA CORTE DE FLUJO DE GLP

FIGURA 1.5 BALANZA MECÁNICA PARA LLENADO DE CILINDROS

Se determinó que la característica de calidad más importante es el peso neto (PN) de GLP por cilindro; se diseñó una “Hoja de registro para cuantificar el defecto - PN fuera de especificación” y se realizaron los correspondientes muestreos (fig. 1.6).

HOJA DE REGISTRO - CUANTIFICACIÓN DE DEFECTOS

CENTRO DE TRABAJO: BELLAVISTA FECHA: _____ NOMBRE: _____

FIGURA 1.6 HOJA DE REGISTRO - CUANTIFICACIÓN DE DEFECTOS

Los resultados mostraron que alrededor del 49% de los cilindros envasados no cumplían con lo establecido en la normativa legal, la misma que permite un incumplimiento máximo del 3%.

La solución más efectiva sería automatizar el proceso de llenado, pero por política de la corporación en cinco años receptarían proyectos de este tipo para las plantas de las periferias. Para superar este incumplimiento bajo las condiciones actuales, se implementó el proceso de repesado para la comprobación del peso en los cilindros (Fig. 1.7).

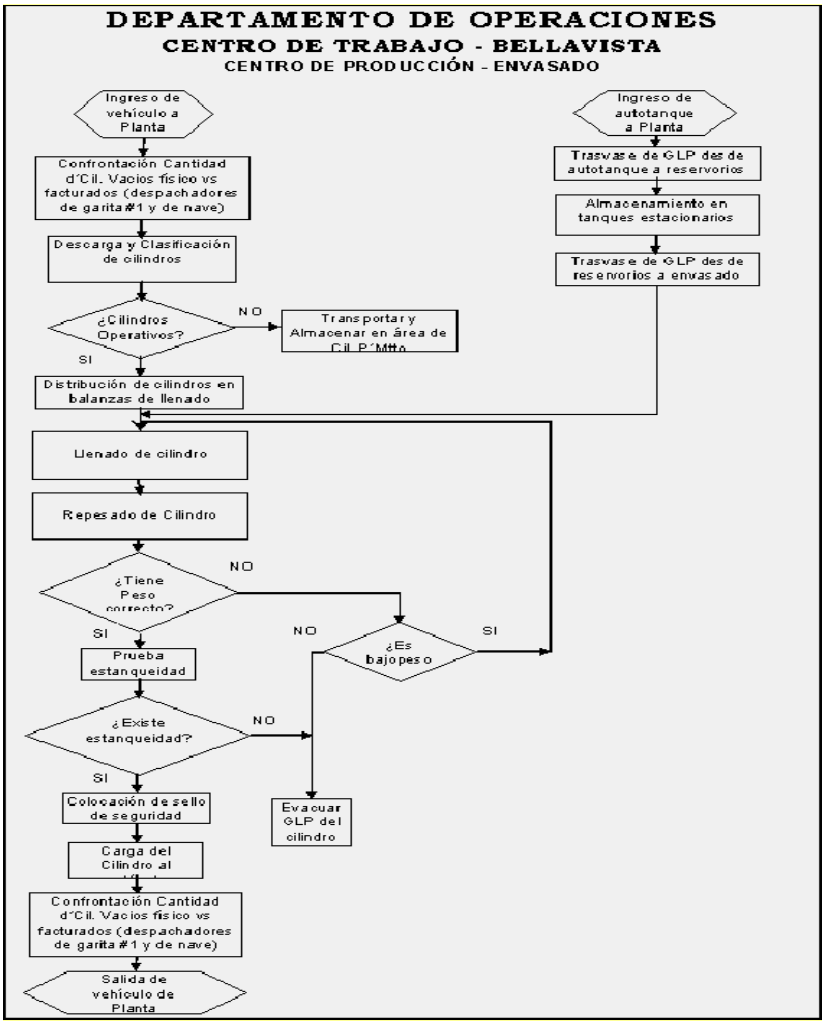


FIGURA 1.7 INCORPORACIÓN DEL REPESADO EN EL PROCESO

Según el margen permitido por la normativa y en base a los resultados del muestreo, debemos verificar como mínimo el 94% de todos los cilindros envasados. Para implementar el proceso de repesado, se instalaron cuatro estaciones de inspección (balanzas electrónicas) y se contrató cuatro obreros. (fig. 1.8).

FIGURA 1.8 UNA DE LAS CUATRO ESTACIONES DE REPESADO

1.3.-Índices de Productividad Instalada.

Al incorporar el proceso de repesado en el área de producción, se generó un “cuello de botella”; mediante un estudio de tiempos se

encontró que estas nuevas actividades incrementaron en el 28% del tiempo total de proceso.

TABLA 1

ANÁLISIS DE TIEMPOS Y CÁLCULO DE RENDIMIENTOS POR ACTIVIDAD

Centro de Trabajo: Planta Bellavista **Fecha:** _____

Centro de Producción: Envasado **Lider de Grupo:**_____

		TOMA # 1							
ITEM	ACTIVIDADES	# Und Producidas	Tiempo (Min)	# Personas	F. P. O. (#UND/Hr)	R.O. (cil/hrxhm)	hrxhm/cil	Relación porcentual - tiempo Repesaje/tiempo total	Observaciones
1	Desapilar, Clasificar cil en vehìculos, y transportar a las balanzas.	10	8.25	1	72.7	72.7	0.0137500	37%	
2	Envasar cil vacios.	50	17.5	1	171.4	171.4	0.0058333	16%	
3	Transportar cil llenos de envasado al àrea previa de repesaje, y aproximar el cil al repesador	30	7.5333	1	238.9	238.9	0.0041852	28%	Actividad nueva
4	Repesar cilindros	50	18.067	1	166.1	166.1	0.0060222		
5	Transportar cil lleno aprobado desde el repesaje, probar estanqueidad, colocar sellos, transportar al vehìculo, y estibar.	160	35	2	274.3	137.1	0.0072917	20%	
		Total Hora-hombre por cada cilindro					0.0370824		
		Rendimiento promedio en Cil/hr-hm					27.0		

Como era de esperarse, estas nuevas actividades generaron inconformidad a los clientes, debido a los altos tiempos de permanencia aumentaron considerablemente; además se necesitó que las jornadas de trabajo se extiendan a un promedio de 12hr/día en la semana.

Inmediatamente debíamos realizar el estudio correspondiente, usando técnicas de evaluación y análisis del problema, pero antes se determinaron dos indicadores relacionados a la productividad de la planta.

El primero corresponde al rendimiento y rapidez de proceso, el mismo que es obtenido como indica la formula siguiente:

Rendimiento=……..Total cilindros envasados……

(Duración de jornada) (Total obreros envasado)

Del estudio de tiempos se encontró que el rendimiento productivo, incluyendo el nuevo proceso de repesado, es en promedio 27 cil/hr-hm.

Los resultados obtenidos desde la implementación del repesado, consolidando la información mensual del total cilindros envasados (cil.), total horas – hombre (hr-hm), y total costo en mano de obra; esto es en los meses de abril y mayo del 98, fueron los siguientes:

TABLA 2

RENDIMIENTO DEL PROCESO ENVASADO - ANTES (# CIL/HR-HM)		
	Apr-98	May-98
Nro OBREROS	22	22
TOTAL DIA/MES	30	31
DIAS NORMALES/MES	22	22
HR-HM NORMALES	3872	3872
HR-HM AL 50%	1450	1505
HR-HM AL 100%	1050	975
TOTAL HR-HM	6372	6352
HR PROM LAB/HM-DÌA	11.14	10.69
PRODUCCIÒN (# CIL ENV)	170510	173120
RENDIMIENTO (# CIL/HR-HM)	26.8	27.3

TABLA 3

INDICE DE PRODUCTIVIDAD - ANTES ($ MO/ Tm Env)		
	Apr-98	May-98
Costo Empresa Mano de Obra($/mes)	$ 11,151.4	$ 11,192.2
Producción Envasada(TM/mes)	2557.65	2596.8
Índice Productivo ($/TM env)	4.36	4.31

1.4.-Desventajas del Sistema Actual.

Como se manifestó anteriormente, todos los equipos utilizados en el proceso de llenado, además de tener alrededor de 10 años de servicio, corresponden a una tecnología completamente desactualizada.

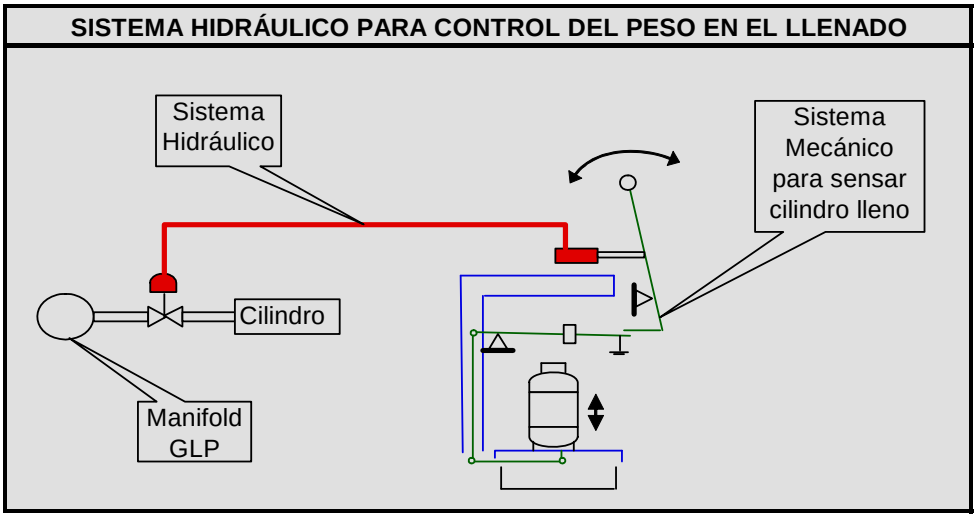


FIGURA 1.9 ESQUEMA DEL SISTEMA HIDRÁULICO

En la figura 1.9, se muestra un esquema del funcionamiento del dispositivo para el corte del flujo de GLP, es un sistema cerrado que opera presurizando manualmente el aceite contenido en el mismo, esta compuesto de dos elementos:

La válvula de corte por accionamiento hidráulico N/C (normalmente cerrada), la misma que mientras se mantenga presurizada, permite el paso del GLP desde el manifold hacia el cilindro (ver fig. 1.9). Y, el sensor o interruptor, el cual esta comunicado con la válvula a través de una manguera, posee una palanca, con la cual al levantarla manualmente se presuriza el sistema, cuando el cilindro tiene los 15Kg de GLP, la regleta de la báscula se eleva, toca la palanca, esta cae y alivia la presión del sistema, cortando inmediatamente el flujo de GLP.

FIGURA 1.10 DISPOSITIVO PARA CORTE DE FLUJO DE GLP

Este elemento tiene una gran desventaja, por ser un sistema cerrado de volumen constante de aceite y de accionamiento mecánico, su tiempo de respuesta para cortar el paso del GLP al cilindro es lento, además debido al tiempo de servicio, presenta fugas constantes, incidiendo directamente en el peso de GLP que recibe el cilindro.

A continuación comentaremos sobre la balanza de llenado (fig. 1.10). La foto nos muestra la clase de tecnología utilizado para cuantificar y controlar la cantidad de GLP al llenar los cilindros, las balanzas son del tipo romanas, su calibración es manual, se establece un valor fijo de 30 Kg, por lo que independiente de la tara de los cilindros, se mantiene invariable dicha calibración; el peso del cilindro se transmite a la regleta, a través de un sin número de cuchillas y sus asientos, los mismos que generan rozamientos entre ellos afectando directamente a la legibilidad de la balanza.

La enorme desventaja de este tipo de balanza, es que por ser manual, de principios mecánicos y de calibración fija, no discrimina el cilindro según la tara afectando directamente al peso de llenado, la única opción sería que el operador ajuste manualmente la calibración según la tara del cilindro, pero no sería productivo y además se incrementaría el desgaste de los elementos de calibración.

Por último, hacemos referencia al “cabezal de llenado” (fig. 1.11), dispositivo de conexión a la válvula del cilindro, el cual permite trasvasar el GLP durante el proceso de llenado; similar a los dos equipos ya mencionados anteriormente, por su tiempo de servicio, presentan fugas de producto. El peso de este dispositivo es considerado al calibrar las balanzas de llenado.

FIGURA 1.11BALANZA MECÁNICA PARA CONTROL DEL PESO DURANTE EL LLENADO.

FIGURA 1.12 CABEZAL DE LLENADO

1.5.-Técnicas de Análisis.

Existen una gran cantidad de técnicas y herramientas disponibles, que son utilizadas en los diferentes pasos del proceso de mejoramiento. Las hay desde muy sofisticadas como por ejemplo teoría de colas, simulación por computadora, modelos de decisión, hasta las mas sencillas y fáciles de manejar por cualquier persona de la organización, pero a su vez muy potentes para lograr rigurosidad y sistematización en el proceso de mejoramiento de calidad y productividad a nivel departamental. Dichas técnicas son las siguientes:

Lluvia de ideas

Este método nos permitió producir ideas en el grupo, progresivamente superiores, más completas y amplias sobre la problemática en

análisis. Para la aplicación de esta técnica “lluvia de ideas” se siguió las siguientes normas:

- El objetivo de la reunión establecido.
- Prohibición estricta de la crítica.
- Libertad y opinión libre.
- Estimular la generación de ideas hasta que éstas se agoten.

ACTA DE REUNIÒN			
MOTIVO: Lluvias de ideas para encontrar solución al problema de pesos fuera de tolerancias			
NÚMERO DE PARTICIPANTES: 9 personas			
ITEM	POSIBLES CAUSAS	TIPO DE ELEMENTO AFECTADO	POSIBLES EFECTOS
1	Compromiso del envasador para realizar bien el trabajo	M.Obra	Falla de atención en determinar adecuado llenado
2	Falla de operación de las bombas de GLP	Máquinas	Variación de la presión de llenado
3	Falta de establecer rango mínimo y máximo en el nivel de superficie libre de fase líquida en los tanques de trasvase	Método	Variación de la presión de llenado
4	Sistemas de llenado defectuosos	Máquinas	Variación de la presión de llenado
5	Calibración fija de las balanzas de llenado	Máquinas	Peso de llenado fuera de especificación
6	Establecer procedimiento estandar para calibración de balanzas	Método	Peso de llenado fuera de especificación
7	Experiencia del envasador	M.Obra	Uso incorrecto de los equipos de llenado
8	Variación de la gravedad específica del producto	Materiales	Variación de la presión de llenado
9	Fuga de aceite en el dispositivo de corte de flujo de GLP	Máquinas	Peso de llenado fuera de especificación
10	Rango extenso de tasas de los cilindros	Materiales	Peso de llenado fuera de especificación
11	Establecer procedimiento estandar sobre el número de tanques abiertos para el trasvase de GLP.	Método	Variación de la presión de llenado

FIGURA 1.13 RESULTADO DEL TALLER LLUVIA DE IDEAS

Diagrama causa-efecto.

El diagrama “causa – efecto” fue utilizada como herramienta indispensable para efectuar el proceso de “control de calidad”, se analizó de una manera integral las diferentes causas que se relacionaron con nuestro problema determinado. Los pasos que seguimos para la construcción de un diagrama de este tipo son :

1. Decidir la variable de la calidad que se desea controlar y mejorar.

2. Escribir la variable de calidad a la derecha y trazar una flecha larga de izquierda a derecha.

3. Indicar los factores más importantes que afecten la variable en estudio, trazando flechas secundarias en dirección a la principal. Se recomienda agrupar a los principales factores causantes de la dispersión en grupos mas generales, utilizando por ejemplo la agrupación de las 4 M, esto es considerando las variables relacionadas con Máquinas, Mano de Obra, Métodos de trabajo, y Materiales.

   Esto se lo puede observar en el gráfico que se muestra a continuación:

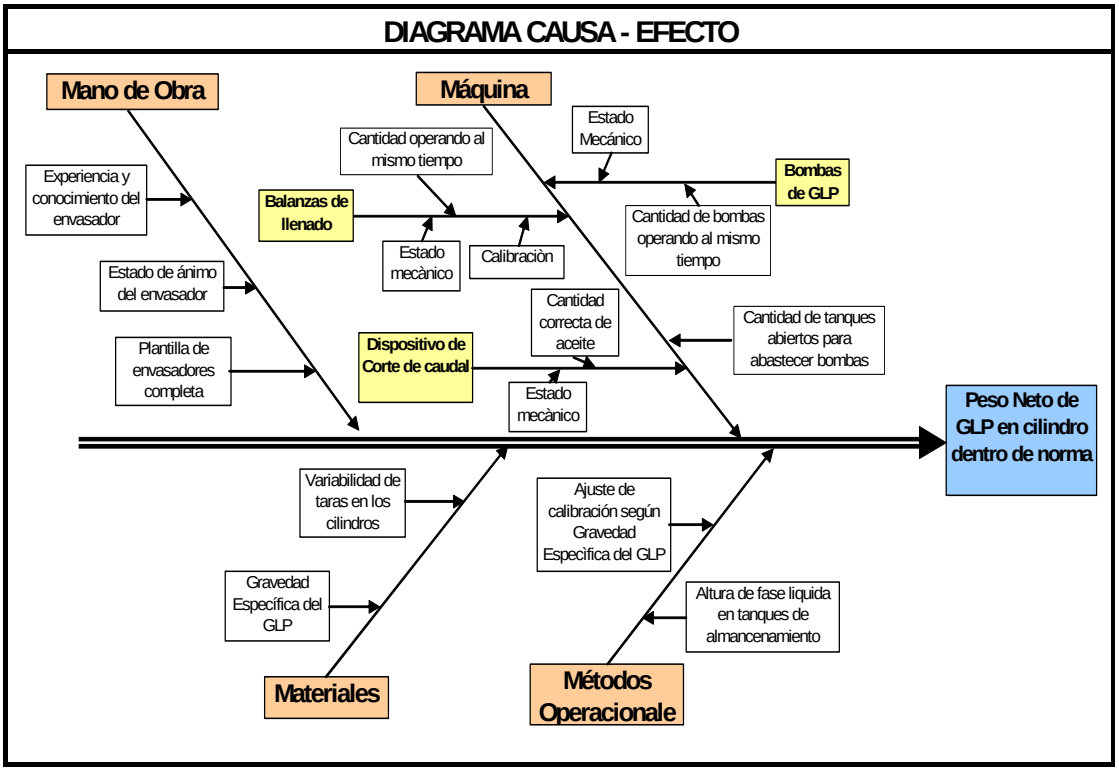


FIGURA 1.14 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

4. Incorporar en cada una de estas ramas los factores detallados que pueden considerarse causa. Estas formaran ramificaciones menores, y en cada una de ellas se podrán ir añadiendo factores aún más detallados, trazando ramas cada vez mas pequeñas.

En base a la técnica anterior “lluvia de ideas”, se desarrollo la técnica “Causa-Efeto” gracias al aporte del grupo formado por responsables

de las áreas de mantenimiento técnico, isla de descarga, envasadores, calibrador de balanza, y lideres de producción. Esta herramienta fue clave para luego realizar una valoración de cada una de las causas del problema “peso neto del cilindro fuera de norma”.

Diagrama de flujo de procesos.

Este herramienta fue para nosotros de mucha utilidad al querer mejorar nuestro proceso, ya que lo primero que hicimos fue registrar todos los hechos relativos al “flujo de procesos” existente, con la finalidad de poder analizarlo por todo el personal relacionado con el mismo.

Para que ello sea factible, la información relacionada con el diagrama actual tuvo que ser precisa y al mismo tiempo estándar para que todos los interesados lo comprendan de inmediato.

Los diagramas de procesos permitió en de una manera gráfica:

- Encontrar situaciones de excesiva demora, almacenamiento o transporte.
- Posibilidades de combinación de actividades.
- Posibilidades de actividades simultáneas.

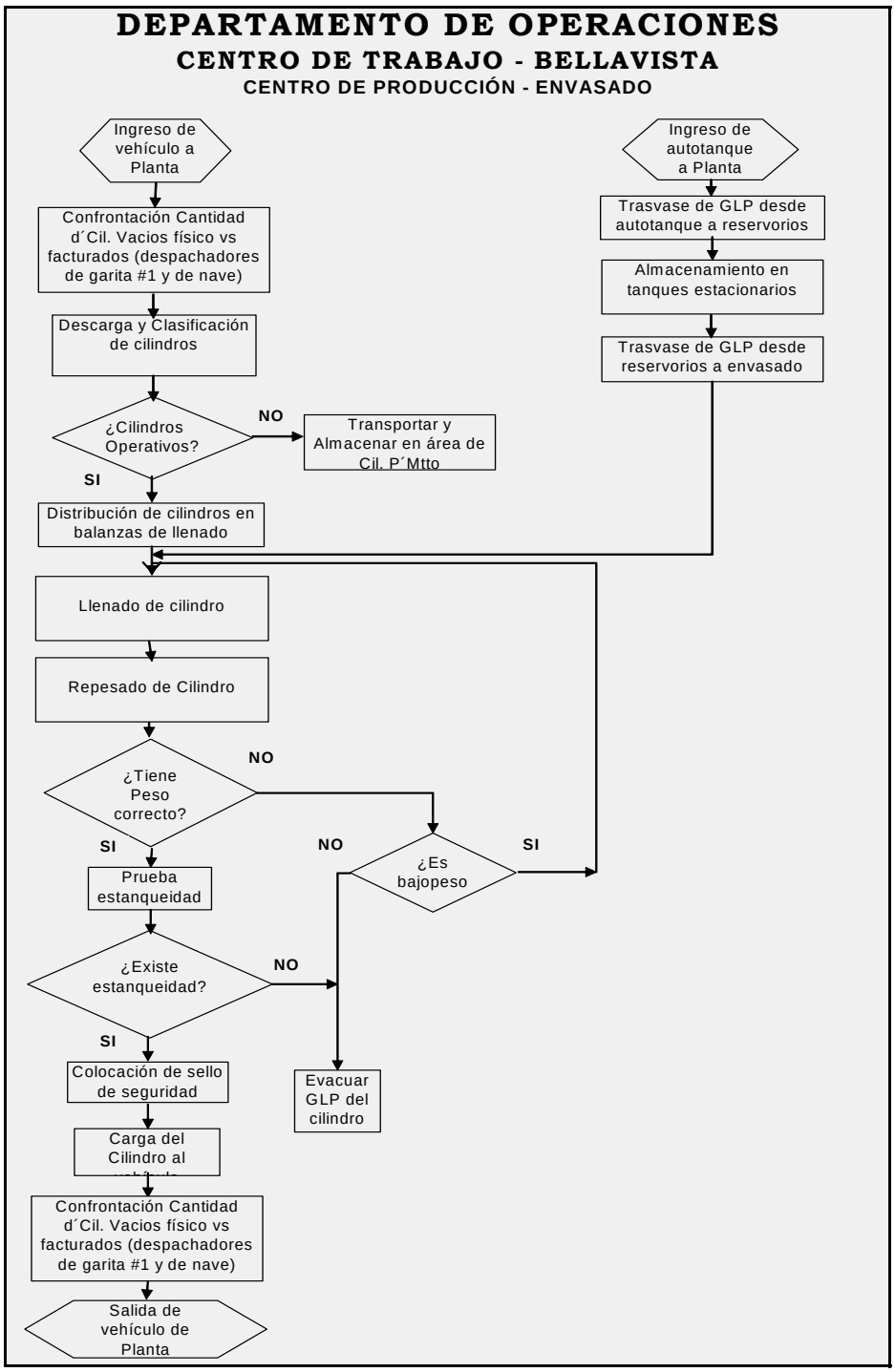


FIGURA 1.15 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO ENVASADO

Las Hojas de Registro.

Esta fue una de las herramientas mas usadas en la identificación de la causa raíz, pues nos permitió valorizar cada una posibles causas. Al ser necesario reunir información, fue esencial identificar correctamente el objetivo y obtener datos que reflejen los hechos con claridad. Además, fue importante que los datos fueran recogidos en forma clara y fácil de usar.. Esta hoja es un formato preimpreso en el cual aparecen los Ítems que se van a registrar. Sus objetivos principales fueron dos:

1) Facilitar la recolección de los datos.
2) Organizar automáticamente los datos de manera que puedan usarse con facilidad más adelante.

La recolección y el registro de los datos parece fácil pero en realidad es difícil, mientras más personas procesen los datos, mayor es la probabilidad de que se presenten errores de trascripción.

Por lo tanto, la hoja de registro, en la cual los datos puedan registrarse por medio de cruces o de símbolos sencillos y en la cual los datos se organizan automáticamente sin necesidad de más copias a mano, se convierte en una herramienta poderosa para el registro de los datos.

Hoja de registro “distribución del proceso de producción”.

Nos permitió estudiar la distribución de los valores característicos del proceso, en nuestro caso la variabilidad de las taras en los cilindros de 15kg para envasado de GLP (ver Fig. 1.15).

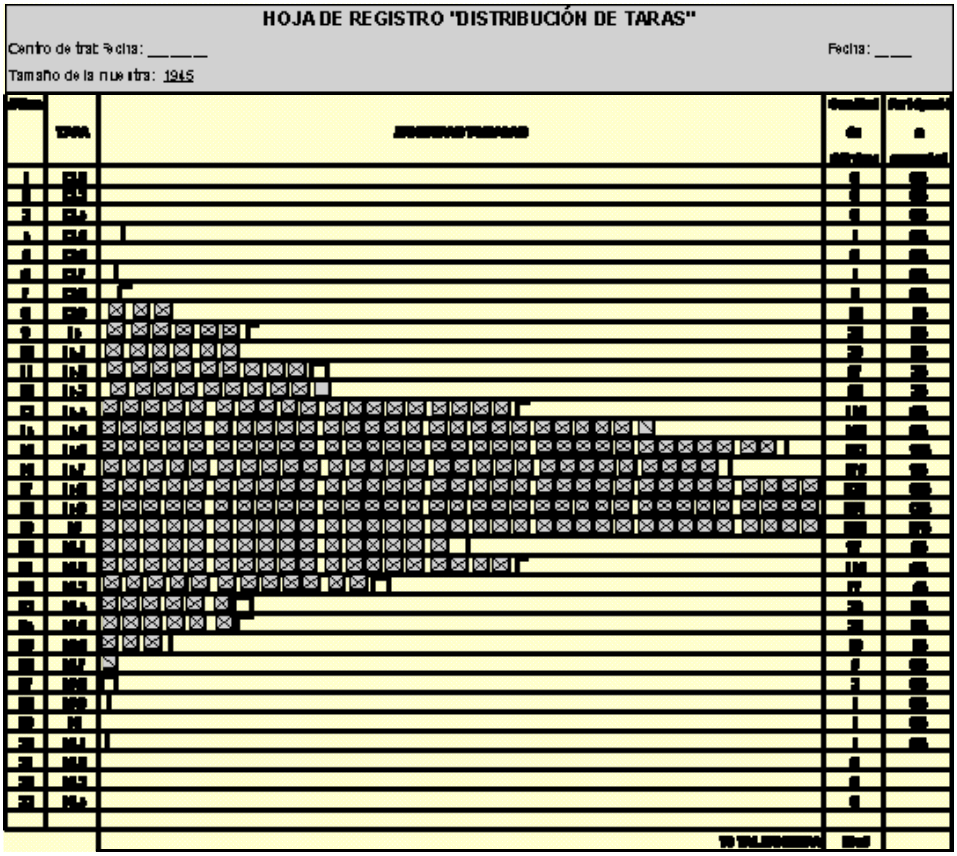


FIGURA 1.16 HOJA DE REGISTRO “VARIABILIDAD DE TARAS”

Hoja de registro “Causas del Defecto”.

Estas hojas se usó para una estratificación adicional con el fin de encontrar las causas de los defectos, en nuestro caso identificar el tipo

de taras que representa factor clave en la generación de producto defectuoso.

En nuestro estudio, cuyo objetivo fue encontrar las causas de los defectos, fue recomendable combinar los datos sobre las causas con los datos de los efectos, Ej. Ver figura 1.17.

HOJA DE REGISTRO "CAUSA DEL DEFECTO"

Centro de Trabajo: Bellavista Fecha:_____

TARA DEL CILINDRO	BAJO (<14.7)	DENTRO (14.7=<X>=15.3)	SOBRE (>15.3)	TOTAL	ERROR %
13.9			1	1	100%
14			2	2	100%
14.1			2	2	100%
14.2			3	3	100%
14.3	1		2	3	100%
14.4	4	1	1	6	83%
14.5	4	1	3	8	88%
14.6	6	1	4	10	90%
14.7	1	8		9	11%
14.8	1	10	1	12	17%
14.9	2	10	1	13	23%
15.0	2	8	1	11	27%
15.1	1	4		5	20%
15.2	1	6		8	17%
15.3	1	3		4	25%
15.4	1		1	2	100%
15.5	2			2	100%
15.6	1			1	100%
	27	51	22	100	49%

FIGURA 1.17 HOJA DE REGISTRO “CAUSAS DEL DEFECTO”.

Diagramas de Pareto.

Una vez que cuantificamos las incidencias de las causas en base a las hojas de registro, fue de alta relevancia determinar cuales son los más

críticos, para ello el uso de esta herramienta fue vital en el proceso de búsqueda de la solución mas efectiva.

Nuestro problema, representó un problema de calidad, expresado como pérdidas (productos defectuosos y su costo). Fue muy importante aclarar el patrón de la distribución de la pérdida. La mayoría de las pérdidas se debió a unos pocos tipos de defectos, y estos defectos pudieron atribuirse a un número muy pequeño de causas. Al identificar las causas de estos pocos defectos vitales, se pudo eliminar casi todas las pérdidas, concentrándonos en esas causas particulares y dejando de lado por el momento otros muchos defectos triviales. El uso del diagrama de Pareto permitió solucionar este tipo de problema con eficiencia.

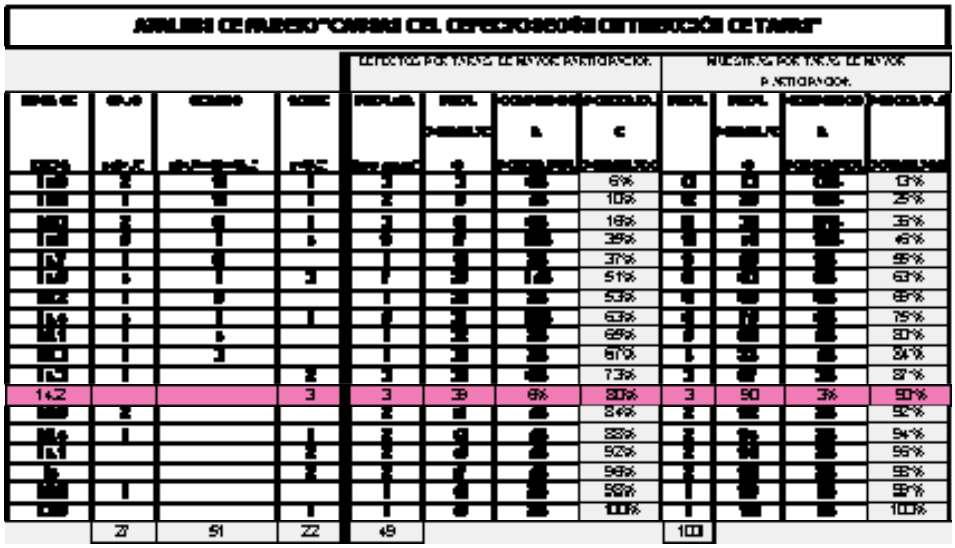


FIGURA 1.18 ANALISIS DE PARETO “CAUSAS DEL DEFECTO SEGÚN TARA”.

Paso siguiente se elaboró la hoja de registro “Causas del defecto” (fig.2.2), los resultados de esta herramientas de calidad, nos permitió valorizar las incidencias de ciertas causas ya determinadas en el diagrama Causa-Efecto.

Se comprueba que el error global es de alrededor del 49%, ósea el 49% de la producción se genera defectos en el peso por incumplimiento de norma, esto es cilindros con peso de GLP menor a 14.7Kg y mayor a 15.3Kg.

Además, el rango de taras “14.7Kg a 15.3Kg” arroja errores que van desde el 11% hasta máximo 25%; el rango de tara menor a 14.7Kg presenta errores que van desde el 83% hasta el 100%; mientras que el rango mayor a 15.3Kg generan errores del 100%; esto nos indica que el rango mas confiable son los correspondientes a las taras que van desde 14.7Kg hasta 15.3Kg.

En conclusión, las muestras de cilindros llenados bajo las misma condiciones operativas (la misma balanza, operador, gravedad específica, sistema de corte, etc.) se encuentran que tienen errores alrededor del 60% generados por la **variabilidad de las taras** (ver fig. 2.3. a y b)**.**

HOJA DE REGISTRO "CAUSA DEL DEFECTO"					
Centro de Trabajo: Bellavista			**Fecha:**_____		
TARA DEL CILINDRO	**BAJO (<14.7)**	**DENTRO (14,7=<X>=15.3)**	**SOBRE (>15.3)**	**TOTAL**	**ERROR %**
13.9			1	1	100%
14			2	2	100%
14.1			2	2	100%
14.2			3	3	100%
14.3	1		2	3	100%
14.4	4	1	1	6	83%
14.5	4	1	3	8	88%
14.6	5	1	4	10	90%
14.7	1	8		9	11%
14.8	1	10	1	12	17%
14.9	2	10	1	13	23%
15.0	2	8	1	11	27%
15.1	1	4		5	20%
15.2	1	5		6	17%
15.3	1	3		4	25%
15.4	1		1	2	100%
15.5	2			2	100%
15.6	1			1	100%
	27	51	22	100	49%

FIGURA 2.2 HOJA DE REGISTRO “CAUSAS DEL DEFECTO”

FIGURA 2.3 ILUSTRACIÓN DE LA TARA ROTULADA EN CILINDRO

FIGURA 2.4 EJEMPLO DE TIPOS DE TARAS

Debido a que el error generado por el rango de taras (14.7Kg<X>15.3Kg) mas confiables no era despreciable (errores del 11% al 25%), debíamos encontrar las causas, apoyados en los datos levantados en las hojas de registro “Cuantificación del Defecto” se encontró que los errores tenían relación directa con ciertos equipos de llenado, se procedió a realizar un mantenimiento completo a las balanzas involucradas, se tomaron mas datos pero la reducción fue mínima. Conociendo que en planta Guayaquil existían dispositivos de corte de flujo de GLP pilotados por aire en óptimas condiciones operativas (ver fig. 2.5), se solicitaron dos unidades para realizar

pruebas; luego de instalarlos en planta, los datos levantados arrojaron una mejora sustancial de alrededor del 85% en aquellas balanzas problema, por lo que se solicitó a la gerencia cambiar todos los dispositivos de corte a este nuevo sistema, en vista que en la matriz existía stock suficiente para hacer cumplir con dicho pedido, debido al reciente montaje de sistemas semiautomático.

FIGURA 2.5 DISPOSITIVO CORTE DE FLUJO DE GLP NEUMÁTICO

A continuación se elaboró dos análisis de Pareto en base a los datos obtenidos de las hojas de registro “Causas del Defecto”, la primera es en función de la cantidad de defectos generados (ver fig. 2.6).

ANALISIS DE PARETO "CAUSAS DEL DEFECTO"

				DEFECTOS POR TARAS			
TIPOS DE TARAS	BAJO (<14.7)	DENTRO (14,7=<X>=15.3)	SOBRE (>15.3)	TOTAL (PN fuera rango)	TOTAL ACUMULADO	COMPOSICIÓN PORCENTUAL	PORCENTAJE ACUMULADO
14.6	5	1	4	9	9	18%	18%
14.5	4	1	3	7	16	14%	33%
14.4	4	1	1	5	21	10%	43%
14.2			3	3	24	6%	49%
14.3	1		2	3	27	6%	55%
14.9	2	10	1	3	30	6%	61%
15.0	2	8	1	3	33	6%	67%
14			2	2	35	4%	71%
14.1			2	2	37	4%	76%
14.8	1	10	1	2	39	4%	80%
15.4	1		1	2	41	4%	84%
15.5	2			2	43	4%	88%
13.9			1	1	44	2%	90%
14.7	1	8		1	45	2%	92%
15.1	1	4		1	46	2%	94%
15.2	1	5		1	47	2%	96%
15.3	1	3		1	48	2%	98%
15.6	1			1	49	2%	100%
	27	51	22	49			

FIGURA 2.6 ANALISIS DE PARETO “CAUSAS DEL DEFECTO”

Estos resultados indican que en cinco tipo de taras de las dieciocho encontradas en el muestreo, arrojan el 55% de los errores, las taras corresponden a los tipos desde 14.2Kg hasta 14.6Kg. Estos resultados eran de esperarse, debido a que los equipos de llenado actual, al tener una calibración fija y manual, al llenar cilindros de taras bajas (menos a 14.7Kg) o taras altas (mayor a 15.3Kg), la balanza le resta producto para alcanzar el peso bruto de calibración, con lo cual se generan cilindros con pesos fuera de norma (menor a 14.7Kg y mayor a 15.3>Kg.).

El segundo análisis de Pareto aplicado a los datos de la hoja de registro “Causas del defecto”, fue en función de las taras de mayor presencia en la muestra (ver fig. 2.6), encontrando que alrededor del 90% de los cilindros corresponden al tipo de tara que va desde el 14.2Kg hasta 15.3Kg, el mismo que contiene aproximadamente el 80% del total defectos encontrados, esto es por que se incluye a los cinco tipos de taras enunciados en el párrafo anterior y que aportan con el 55% del error global.

ANALISIS DE PARETO "CAUSAS DEL DEFECTO SEGÚN DISTRIBUCIÓN DE TARAS"

				DEFECTOS POR TARAS DE MAYOR PARTICIPACIÓN				MUESTRAS POR TARAS DE MAYOR PARTICIPACIÓN			
TIPOS DE TARAS	BAJO (<14.7)	DENTRO (14,7=>X<=15.3)	SOBRE (>15.3)	TOTAL (PN fuera rango)	TOTAL ACUMULADO	COMPOSICIÓN PORCENTUAL	PORCENTAJE ACUMULADO	TOTAL	TOTAL ACUMULADO	COMPOSICIÓN PORCENTUAL	PORCENTAJE ACUMULADO
14.9	2	10	1	3	3	6%	6%	13	13	13%	13%
14.8	1	10	1	2	5	4%	10%	12	25	12%	25%
15.0	2	8	1	3	8	6%	16%	11	36	11%	36%
14.6	5	1	4	9	17	18%	35%	10	46	10%	46%
14.7	1	8		1	18	2%	37%	9	55	9%	55%
14.5	4	1	3	7	25	14%	51%	8	63	8%	63%
15.2	1	5		1	26	2%	53%	6	69	6%	69%
14.4	4	1	1	5	31	10%	63%	6	75	6%	75%
15.1	1	4		1	32	2%	65%	5	80	5%	80%
15.3	1	3		1	33	2%	67%	4	84	4%	84%
14.3	1		2	3	36	6%	73%	3	87	3%	87%
14.2			3	3	39	6%	80%	3	90	3%	90%
15.5	2			2	41	4%	84%	2	92	2%	92%
15.4	1		1	2	43	4%	88%	2	94	2%	94%
14.1			2	2	45	4%	92%	2	96	2%	96%
14			2	2	47	4%	96%	2	98	2%	98%
15.6	1			1	48	2%	98%	1	99	1%	99%
13.9			1	1	49	2%	100%	1	100	1%	100%
	27	51	22	49				100			

FIGURA 2.7 ANALISIS DE PARETO “CAUSAS DEL DEFECTO SEGÚN TARA”.

Para determinar hacia que tipos de taras debería ir enfocadas las soluciones, se elaboró la hoja de registro “Distribución de taras” (ver fig. 2.7), con el cual se muestreó una población total de 12.456 cilindros; los resultados del muestreo son presentados según el análisis de Pareto (ver fig. 2.8), de este se concluye que en doce de treinta y tres tipos de taras se concentra el 90% del total.

HOJA DE REGISTRO "DISTRIBUCIÓN DE TARAS"

Centro de tra: Fecha: _____ **Fecha:** _____

Tamaño de la muestra: 1945

# Item	TARA	MUESTRAS TOMADAS	Cantidad de Cilindros	Participación porcentual
1	13.2		0	0%
2	13.3		0	0%
3	13.4		0	0%
4	13.5		1	0%
5	13.6		0	0%
6	13.7		1	0%
7	13.8		2	0%
8	13.9		18	1%
9	14		38	2%
10	14.1		39	2%
11	14.2		57	3%
12	14.3		58	3%
13	14.4		116	6%
14	14.5		155	8%
15	14.6		193	10%
16	14.7		175	9%
17	14.8		232	12%
18	14.9		251	13%
19	15		212	11%
20	15.1		97	5%
21	15.2		116	6%
22	15.3		77	4%
23	15.4		39	2%
24	15.5		38	2%
25	15.6		19	1%
26	15.7		5	0%
27	15.8		3	0%
28	15.9		1	0%
29	16		1	0%
30	16.1		1	0%
31	16.2		0	
32	16.3		0	
33	16.4		0	
		TOTAL MUESTRA	1945	

FIGURA 2.8 HOJA DE REGISTRO “DISTRIBUCIÓN DE TARAS”.

ANALISIS DE PARETO - RESULTADOS ESTADÍSTICOS "DISTRIBUCIÓN DE TARAS"

Centro de trabajo: Bellavista

Tamaño de la muestra: 12456

# Item	TARA	MUESTRAS TOMADAS	TOTAL	TOTAL ACUMULADO	COMPOSICIÓN PORCENTUAL	PORCENTAJE ACUMULADO
1	14,9		1.611	1.611	13%	13%
2	14,8		1.486	3.097	12%	25%
3	15		1.364	4.461	11%	36%
4	14,6		1.240	5.701	10%	46%
5	14,7		1.121	6.822	9%	55%
6	14,5		994	7.816	8%	63%
7	14,4		746	8.562	6%	69%
8	15,2		741	9.303	6%	75%
9	15,1		622	9.925	5%	80%
10	15,3		494	10.419	4%	84%
11	14,3		371	10.790	3%	87%
12	14,2		369	11.159	3%	90%
13	15,4		249	11.408	2%	92%
14	14,1		248	11.656	2%	94%
15	15,5		248	11.904	2%	96%
16	14		246	12.150	2%	98%
17	15,6		123	12.273	1%	99%
18	13,9		121	12.394	1%	100%
19	15,7		12	12.406	0%	100%
20	15,8		9	12.415	0%	100%
21	13,8		6	12.421	0%	100%
22	16		6	12.427	0%	100%
23	13,7		5	12.432	0%	100%
24	15,9		5	12.437	0%	100%
25	13,5		4	12.441	0%	100%
26	13,3		3	12.444	0%	100%
27	13,6		3	12.447	0%	100%
28	13,4		2	12.449	0%	100%
29	16,1		2	12.451	0%	100%
30	16,3		2	12.453	0%	100%
31	13,2		1	12.454	0%	100%
32	16,2		1	12.455	0%	100%
33	16,4		1	12.456	0%	100%
34			0	12.456	0%	100%
		TAMAÑO TOTAL DE MUESTRA	**12456**			

FIGURA 2.9 ANALISIS DE PARETO “DISTRIBUCIÒN DE TARAS”.

En base a los análisis de Pareto realizados a los datos levantados en las hojas de registro “Causas del Defecto” y “Distribución de Taras” se concluyo que las acciones a tomar se deben aplicar a solo DOCE taras, esto es rango de los tipos de taras desde 14.2 hasta 15.3, de los cuales el rango de 14.2 hasta 14.6 son los mas críticos por generar defectos “pesos fuera de especificación”.

La alternativa de solución mas efectiva para esta causa raíz, era la de automatizar el proceso de llenado, pero debido al monto que representaba esta solución y a la reciente adquisición de la empresa por parte de la transnacional, proyectos de inversión de este tipo, debían programarse por lo menos para cinco o siete años en el caso de planta de las periferias, por lo cual nos vimos obligados a buscar una solución mas económica e inmediata de aplicar, para esto se desarrollo un método que nos permita uniformizar las taras a través de pesos de compensación y axial fácilmente controlar en la balanza correspondiente el peso de llenado.

Este procedimiento “Compensación de Pesos” toma como referencia el tipo de tara mas alto del rango seleccionado, esto es 15.3Kg, por lo cual todas las balanzas se calibraron en este tipo y para las taras menores se colocará sobre el cilindro una pieza metálica patrón para completar el peso y alcanzar los 15.3Kg de calibración.

Al existir doce tipos de taras de interés, significa que por balanza debería tener doce piezas metálicas, lo cual no era funcional; considerando la tolerancia establecida de +/- 300gr, el rango de taras se clasificó en cuatro grupos y cada grupo con tres tipos de taras, a

cada grupo se estableció solo un peso de compensación, el mismo que correspondía al intermedio del grupo; en conclusión solo teníamos que utilizar cuatro piezas por cada balanza ver fig. 2.10.

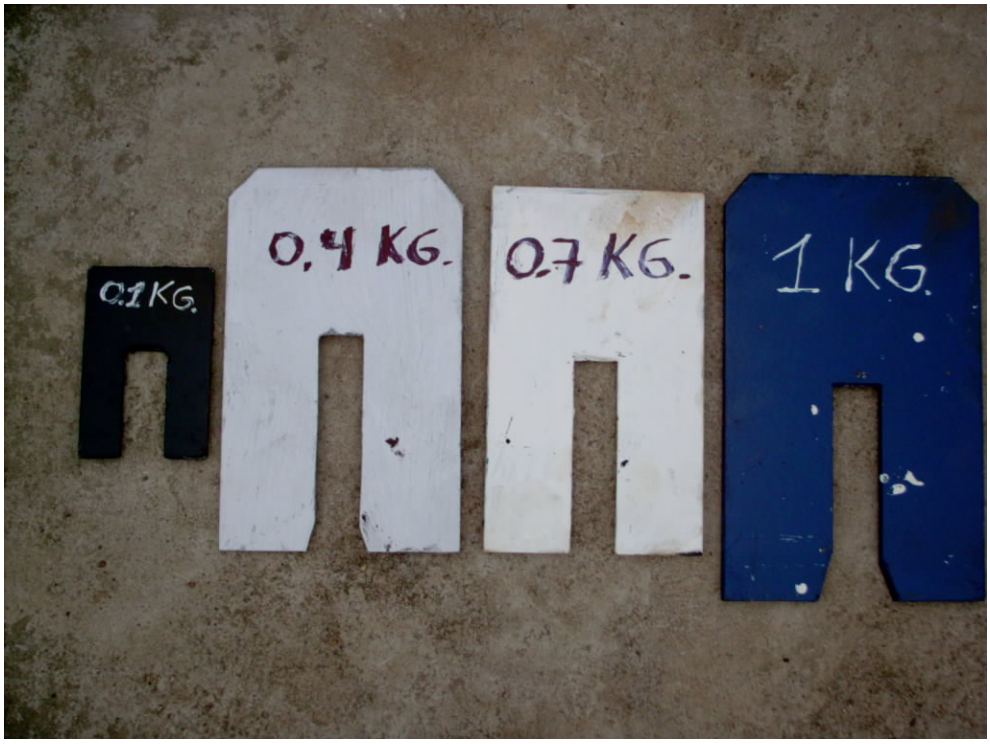


FIGURA 2.10 PESOS DE COMPENSACIÓN.

2.2.-Solución Escogida y Plan de Implantación

La funcionalidad, el corto tiempo para implantar, y el bajo costo de implementación que representa la alternativa de solución "Compensación de Pesos", fueron las rezones para seleccionarla. Se adjunta matriz de análisis del método "Compensación de Pesos" (ver fig. 2.11), en el cual se determina las tolerancias permisibles para

cada tara como factor de seguridad ante alguna falla operativa de las balanzas.

Una vez resuelto la selección de la mejor alternativa de solución, se desarrolló el programa de implantación correspondiente (ver fig. 2.12).

MÉTODO DE ENVASADO POR COMPENSACIÓN DE PESOS									
	PC: **PCB:** **PBC:** **PNP:**								
GRUPOS DE TARAS	TARA DE CILINDRO	PESO (GLP+CILINDRO			PESO CALIBRACIÓN DE BALANZA	PESO COMPENSATORIO (PCB-PNP)	PESO BRUTO TEORICO DEL CILINDRO	MARGEN DE ERROR PERMISIBLE EN	
		MIN 14,7	MAX 15,3	PROM 15				MAX	MIN
1	14,0								
	14,1								
2	14,2	28,9	29,5	29,2	30,3	1,1	29,3	0,2	-0,4
	14,3	29	29,6	29,3	30,3	1	29,3	0,3	-0,3
	14,4	29,1	29,7	29,4	30,3	0,9	29,3	0,4	-0,2
3	14,5	29,2	29,8	29,5	30,3	0,8	29,6	0,2	-0,4
	14,6	29,3	29,9	29,6	30,3	0,7	29,6	0,3	-0,3
	14,7	29,4	30,0	29,7	30,3	0,6	29,6	0,4	-0,2
4	14,8	29,5	30,1	29,8	30,3	0,5	29,9	0,2	-0,4
	14,9	29,6	30,2	29,9	30,3	0,4	29,9	0,3	-0,3
	15,0	29,7	30,3	30,0	30,3	0,3	29,9	0,4	-0,2
5	15,1	29,8	30,4	30,1	30,3	0,2	30,2	0,2	-0,4
	15,2	29,9	30,5	30,2	30,3	0,1	30,2	0,3	-0,3
	15,3	30,0	30,6	30,3	30,3	0,0	30,2	0,4	-0,2
6	15,4								
	15,5								

FIGURA 2.11 MATRIZ DE ANALISIS DEL MÉTODO “COMPENSACIÓN DE PESOS”.

2.3.-Reemplazo de los Dispositivos de Corte de Flujo

Como se mencionó en la sección 2.1 y en base a los resultados y conclusiones obtenidas de las hojas de registro “Causas del Defecto” y “Cuantificación del defecto”, se precedió al cambio de todos los dispositivos para el corte de flujo de GLP, dicho cambio fue considerado en la programación para la implantación del método (ver fig. 2.12).

PROGRAMA DE IMPLANTACIÒN DEL METODO DE ENVASADO															
			DÌAS DE IMPLANTACIÒN												
Item	Actividad	Responsable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Anàlisis y desarrollo del mètodo	Jefe de Planta														
2	Selecciòn y diseño de los pesos de compensaciòn	Supervisor y tècnico														
3	Construcciòn de los pesos de compensaciòn.	Dpto. Compras y Proveedor														
4	Procedimiento de aplicaciòn: elaboraciòn y difusiòn al personal	Jefe y Supervisor de Planta														
5	Mantenimiento total de balanzas de llenado	Supervisor y tècnico														
6	Reemplazo de los dispositivos de corte de caudal	Supervisor y tècnico														

FIGURA 2.12 PROGRAMA DE IMPLANTACIÒN DEL METODO “PESOS DE COMPENSACIÒN”.

2.4. Implantación del Procedimiento “Compensación de Pesos”.

De igual manera que la sección anterior, se desarrollo el programa para la implantación como se puede apreciar en la figura 2.11. Se hizo mucho énfasis en el proceso de difusión, para lo cual se requirió de alrededor de 60 hr-hm en capacitación. En la figura 2.13 se puede apreciar la aplicación del procedimiento por parte del envasador de planta.

FIGURA 2.13 APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PESOS DE COMPENSACIÓN.

HOJA DE REGISTRO "CAUSA DEL DEFECTO"					
Centro de Trabajo: Bellavista			**Fecha:**_____		
TARA DEL CILINDRO	**BAJO (<14.7)**	**DENTRO (14,7=<X>=15.3)**	**SOBRE (>15.3)**	**TOTAL**	**ERROR %**
13.9	0			0	
14	0			0	
14.1	0			0	
14.2		3		3	0%
14.3		4		4	0%
14.4	1	5		6	17%
14.5	1	7		8	13%
14.6		9		9	0%
14.7		11		11	0%
14.8		13		13	0%
14.9		14		14	0%
15.0		13		13	0%
15.1	1	7		8	13%
15.2		6		6	0%
15.3		5		5	0%
15.4	0			0	
15.5	0			0	
15.6	0			0	
	3	97	0	100	3%

FIGURA 3.1 REDUCCIÓN DE LOS DEFECTOS SEGÚN LAS HOJAS DE REGISTRO “CAUSAS DEL DEFECTO”

TABLA 4

RENDIMIENTO DEL PROCESO ENVASADO - DESPUES (# CIL/HR-HM)		
	Jun-98	Jul-98
Nro OBREROS	22	22
TOTAL DIA/MES	30	31
DIAS NORMALES/MES	21	23
HR-HM NORMALES	3696	4048
HR-HM AL 50%	1285	1180
HR-HM AL 100%	785	665
TOTAL HR-HM	5766	5893
HR PROM LAB/HM-DÌA	10,48	9,92
PRODUCCIÒN (# CIL ENV)	175150	180550
RENDIMIENTO (# CIL/HR-HM)	30,4	30,6

Como podemos apreciar en la tabla 4 “rendimientos” para nuestro proceso productivo, el indicador de productividad subió en los dos primeros meses de implementación de 27.0 cil/hr-hm (dato promedio) a 30,5 cil/hr-hm (dato promedio), lo cual era de esperar al eliminarse el repesado. También debemos acotar una mejora muy importante, me refiero a la reducción de las horas de trabajo promedio por cada empleado correspondiente a un día de labores, posicionándose en 9.92hr.

TABLA 5

INDICE DE PRODUCTIVIDAD - DESPUÈS ($ MO/ Tm Env)		
	Jun-98	Jul-98
Costo Empresa Mano de Obra($/mes)	$ 9.589,5	$ 9.695,5
Producción Envasada(TM/mes)	2627,25	2708,25
Indice Productivo ($/TM env)	3,65	3,58

El la tabla anterior, encontramos otro índice de productividad muy importante para nuestro centro de trabajo, es el costo en mano de obra por tonelada métrica de GLP envasado. Como vemos en la tabla 5, el comportamiento de este índice, promediando los dos primeros meses de implementación, bajó de 4.3 ($/TM env) a 3.6 ($/TM env).

3.2. Análisis Costo-Beneficio.

Uno de los indicadores importantes para nuestro departamento financiero es el ahorro que representan cada mejora, expresado en unidades monetarias (dólares), y así evaluar las incidencias en la rentabilidad del negocio.

Con la mejora planteada, se puede apreciar claramente dos tipos de ahorros. El primero, mostrado en la tabla 6, en el cual tomamos la producción correspondiente a los dos primeros meses de implementación de la mejora, y proyectamos cual sería el costo total en mano de obra si no se hubiera aplicado la mejora, en cifras tenemos que promediando los dos primeros meses, el resultado en análisis sería de $11.498; pero al usar el índice obtenido en la mejora, el costo real total en mano de obra es de $9.642.

Cabe señalar que adicional a este ahorro, deberíamos considerar el resultado correspondiente a la eliminación de accidentes provocado por la fatiga debido al horario extenso antes de la mejora.

Otro ahorro importante, es el correspondiente al pago de multas como resultado de la presencia de cilindros con pesos netos fuera de norma en los muestreos que realizan los funcionarios de la Dirección Nacional de Hidrocarburos, el cual como se manifestó en capítulo 1,

máximo podemos tener un 3% en defectuosos del total muestreados, esto es pesos netos menor a 14.7Kg ó mayor a 15.3% según la norma gubernamental.

TABLA 6

AHORRO EN MANO DE OBRA - CON Y SIN LA MEJORA ($ MO/ Tm Env)			
		Jun-98	Jul-98
	Producción Envasada(TM/mes)	2627,25	2708,25
SIN	Índice Productivo ($/TM env)	4,31	4,31
	Costo MO sin implementar mejora ($/mes)	$ 11.323,4	$ 11.672,6
CON	Índice Productivo ($/TM env)	3,65	3,58
	Costo Empresa Mano de Obra($/mes)	$ 9.589,5	$ 9.695,5
	Ahorros por MO (en $)	$ 1.734,0	$ 1.977,0
	Ahorros por MO (en %)	**15,3%**	**16,9%**

Adicional, es importante señalar que antes de implementar las mejoras, la frecuencia con la que realizaban las inspecciones los funcionarios de la DNH, era una vez por semana y considerando que $400 es el valor de multa por cada acta que incumple la norma, teníamos un gasto total por mes de $1.600. Con la aplicación de la mejora, vemos que en el primer mes de implementación, se redujo a solo dos actas bajo incumplimiento, con lo cual el monto total abonado por este concepto en el mes bajó a $800; y en segundo mes de implementación quedó bajo control l al NO obtener ninguna acta que

incumpla la norma, a pesar que la frecuencia de inspección aumentó a una por día laborable.

Realmente el ahorro es muy notable, si en el segundo mes consideramos la nueva frecuencia de los muestreos por parte de funcionarios de hidrocarburos y de no haber implementado ni el procedimiento “pesos de compensación” ni el subproceso REPESADO, el pago de multas por concepto de actas por pesos fuera de norma sería probablemente en el orden de los $8.000.

TABLA 7

AHORRO POR CUMPLIMIENTO DE NORMA GUBERNAMENTAL					
	Abr-98	May-98	Jun-98	jul-98 CON LA	jul-98 SIN LA MEJORA
Frecuencia de Inspecciòn DNH	semanal	semanal	semanal	diària	diària
Valor de Multa por incumplimiento de norma en el peso neto de GLP	400	400	400	400	400
Actas incumplidas por mes	4	4	2	0	20
Gasto total por mes en pago de multas	1600	1600	800	0	**8000**

- El ahorro en el costo total en mano de obra fue en alrededor de $1800 por mes.

- Ante una inspección diaria por parte de los funcionarios de hidrocarburos, de no haber mejorado el porcentaje de defectos de producción el pago en multa por incumplir la norma en un mes sería en el orden de $ 8.000.

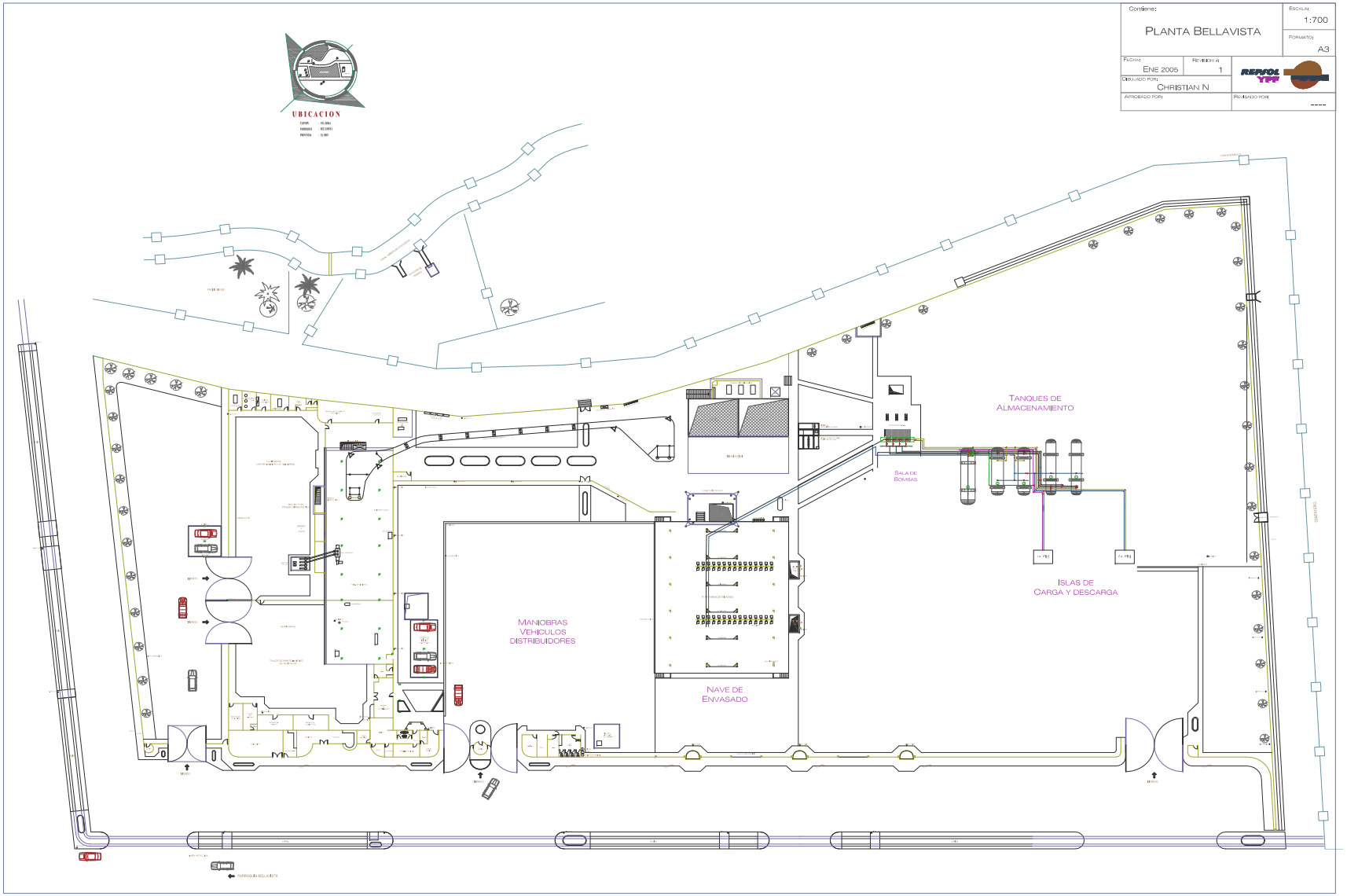
4.2 Recomendaciones.

1. Seguir aplicando las herramientas estadísticas en la búsqueda del mejorar la productividad

2. En la búsqueda de soluciones mas efectivas, seguir involucrando a los miembros del equipo de trabajo.

3. Automatizar el sistema productivo, usando transportadores mecánicos y carruseles para el llenado de los cilindros.

Contiene:	Escala:
Planta Bellavista	1:700
	Formato: A3
Fecha: Ene 2005	Revision #: 1
Dibujado por: Christian N	
Aprobado por:	Revisado por: ----



Ministerio de Energía y Minas
República del Ecuador

DIRECCION NACIONAL DE HIDROCARBUROS
DIRECCION REGIONAL DE HIDROCARBUROS EL ORO
ACTA DE INSPECCION DE PESO DE GLP ENVASADO EN CILINDROS

DNH-00-ECOGL15

INFORMACION GENERAL

ACTA DE INSPECCION Nº **DB 033**			TIPO DE INSPECCION:
	- 2005 -		REGULAR

EN LA PROVINCIA DE: EL ORO CANTON: SANTA ROSA CIUDAD: SANTA ROSA

PARROQUIA: BELLAVISTA SIENDO LAS: 09H30 HORAS DEL DIA: 13-may-2005

EL SUSCRITO INSPECTOR AUTORIZADO POR LA DIRECCION NACIONAL DE HIDROCARBUROS, SR(A). Dr. WILLIAM BAUTISTA

DE CONFORMIDAD CON LA LEY DE HIDROCARBUROS Y SUS REGLAMENTOS VIGENTES SE CONSTITUYEN EN:

DATOS DE IDENTIFICACION DE LA PLANTA ENVASADORA

NOMBRE:	CODIGO:	RUC:
DURAGAS- BELLAVISTA	39GLP-E0701	1790012956001

DIRECCION:	COMERCIALIZADORA
KM 0,5VIA BELLAVISTA, LA AVANZADA	DURAGAS

PARA REALIZAR EL CONTROL DEL PESO NETO DEL GLP ENVASADO EN CILINDROS, VERIFICAR EL ESTADO DE LOS MISMOS Y LA COLOCACIÓN DEL SELLO DE SEGURIDAD.

CILINDROS DE RAZON SOCIAL DE LA COMERCIALIZADORA:

NOMBRE:	CODIGO:
DURAGAS.	39

No.	CAPACIDAD CILINDRO (KG)	PESO TARA CILINDRO (KG)	PESO CILINDRO CON GLP (KG)	PESO NETO GLP (KG)	TOLERANCIA ± 2.5%
1	15	14,80	29,70	14,90	DENTRO
2	15	15,10	30,00	14,90	DENTRO
3	15	14,70	29,40	14,70	DENTRO
4	15	14,50	29,60	15,10	DENTRO
5	15	14,90	30,10	15,20	DENTRO
6	15	14,40	29,50	15,10	DENTRO
7	15	14,70	29,70	15,00	DENTRO
8	15	14,80	29,80	15,00	DENTRO
9	15	15,40	30,20	14,80	DENTRO
10	15	15,10	30,30	15,20	DENTRO
11	15	14,50	29,40	14,90	DENTRO
12	15	15,00	29,80	14,80	DENTRO
13	15	14,70	29,90	15,20	DENTRO
14	15	14,40	29,30	14,90	DENTRO
15	15	15,60	30,70	15,10	DENTRO
16	15	15,30	30,20	14,90	DENTRO
17	15	14,90	30,10	15,20	DENTRO
18	15	16,30	31,20	14,90	DENTRO
19	15	15,90	30,70	14,80	DENTRO
20	15	14,60	29,80	15,20	DENTRO
21	15	14,30	29,40	15,10	DENTRO
22	15	15,30	30,20	14,90	DENTRO
23	15	15,00	30,00	15,00	DENTRO
24	15	14,70	29,90	15,20	DENTRO
25	15	14,50	29,60	15,10	DENTRO
26	15	14,80	29,80	15,00	DENTRO
27	15	14,60	29,40	14,80	DENTRO
28	15	14,70	29,70	15,00	DENTRO
29	15	15,20	30,10	14,90	DENTRO
30	15	14,90	30,00	15,10	DENTRO
31	15	14,80	29,70	14,90	DENTRO
32	15	14,40	29,60	15,20	DENTRO
33	15	14,50	29,40	14,90	DENTRO
34	15	15,60	30,50	14,90	DENTRO
35	15	15,40	30,60	15,20	DENTRO
36	15	14,80	29,90	15,10	DENTRO
37	15	14,60	29,50	14,90	DENTRO
38	15	14,40	29,50	15,10	DENTRO
39	15	14,80	29,70	14,90	DENTRO
40	15	14,50	29,30	14,80	DENTRO
41	15	14,90	30,00	15,10	DENTRO
42	15	14,70	29,50	14,80	DENTRO
43	15	14,80	30,00	15,20	DENTRO
44	15	15,30	30,20	14,90	DENTRO
45	15	15,50	30,50	15,00	DENTRO
46	15	14,60	29,50	14,90	DENTRO

47	15	15,30	30,10	14,80	DENTRO
48	15	15,60	30,70	15,10	DENTRO
49	15	15,40	30,20	14,80	DENTRO
50	15	15,80	30,90	15,10	DENTRO
51	15	14,50	29,70	15,20	DENTRO
52	15	15,10	29,80	14,70	DENTRO
53	15	15,20	30,40	15,20	DENTRO
54	15	15,50	30,30	14,80	DENTRO
55	15	14,70	29,60	14,90	DENTRO
56	15	14,80	29,90	15,10	DENTRO
57	15	15,10	30,30	15,20	DENTRO
58	15	15,20	30,30	15,10	DENTRO
59	15	14,60	29,50	14,90	DENTRO
60	15	14,70	29,30	14,60	FUERA
61	15	15,00	30,10	15,10	DENTRO
62	15	15,40	30,20	14,80	DENTRO
63	15	14,70	29,60	14,90	DENTRO
64	15	14,90	30,20	15,30	DENTRO
65	15	15,00	30,10	15,10	DENTRO
66	15	15,30	30,20	14,90	DENTRO
67	15	14,40	29,60	15,20	DENTRO
68	15	15,20	30,10	14,90	DENTRO
69	15	15,50	30,60	15,10	DENTRO
70	15	14,80	29,90	15,10	DENTRO
71	15	15,20	30,30	15,10	DENTRO
72	15	14,20	29,10	14,90	DENTRO
73	15	15,30	30,50	15,20	DENTRO
74	15	14,90	30,00	15,10	DENTRO
75	15	14,80	29,60	14,80	DENTRO
76	15	15,50	30,40	14,90	DENTRO
77	15	14,40	29,70	15,30	DENTRO
78	15	15,30	30,40	15,10	DENTRO
79	15	14,80	30,00	15,20	DENTRO
80	15	15,00	29,80	14,80	DENTRO
81	15	14,60	29,70	15,10	DENTRO
82	15	14,50	29,30	14,80	DENTRO
83	15	15,30	30,40	15,10	DENTRO
84	15	14,50	29,70	15,20	DENTRO
85	15	14,80	29,80	15,00	DENTRO
86	15	14,50	29,60	15,10	DENTRO
87	15	14,80	29,70	14,90	DENTRO
88	15	14,70	29,90	15,20	DENTRO
89	15	15,20	30,30	15,10	DENTRO
90	15	14,50	29,40	14,90	DENTRO
91	15	14,80	29,60	14,80	DENTRO
92	15	14,30	29,40	15,10	DENTRO
93	15	14,60	29,50	14,90	DENTRO
94	15	14,90	29,70	14,80	DENTRO
95	15	14,50	29,60	15,10	DENTRO
96	15	15,20	30,20	15,00	DENTRO
97	15	15,30	30,20	14,90	DENTRO
98	15	15,00	29,80	14,80	DENTRO
99	15	15,40	30,20	14,80	DENTRO
100	15	15,60	30,30	14,70	DENTRO

PROMEDIO DE LA MUESTRA:	**14,99**
DESVIACION ESTANDAR:	**0,16**
VALOR MAXIMO DE LA MUESTRA:	**15,30**
VALOR MINIMO DE LA MUESTRA:	**14,60**

NOVEDADES EN EL ENVASADO:	**SI / NO**
BALANZA PATRON DE LA PLANTA ENVASADORA TIENE CERTIFICACIÓN DEL INEN ACTUALIZADA	SI
BALANZA PATRON DE LA PLANTA ENVASADORA CUMPLE CON LOS RANGOS DE LEGIBILIDAD (50gr cil. 15Kg)	SI
BALANZA PATRON DE LA PLANTA ENVASADORA SE ENCUENTRA CALIBRADA	SI
PESAS PATRON DE LA PLANTA ENVASADORA TIENEN CERTIFICACIÓN DEL INEN	SI
SE REALIZA LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD A TODOS LOS CILINDROS	SI
LA PLANTA ENVASA CILINDROS DE OTRAS RAZONES SOCIALES SIN CONTRATO DEL SERVICIO DE ENVASADO	NO
EN LA MUESTRA DE CILINDROS SE OBSERVO LA PRESENCIA DE CILINDROS DE OTRAS MARCAS	NO
EN LA MUESTRA SE ENCONTRARON CILINDROS CON COLORES ASIGNADOS A OTRAS COMERCIALIZADORAS	NO

OBSERVACIONES:

CONTROL DE LA COLOCACION DE SELLOS DE SEGURIDAD

COMERCIALIZADORA: **DURAGAS.**

NUM. CILINDROS CON SELLOS DE SEGURIDAD	100
NUM. CILINDROS CON SELLOS ROTOS	0
NUM. CILINDROS SIN SELLO DE SEGURIDAD	0
TOTAL DE CILINDROS MUESTREADOS	100

OBSERVACIONES:

CONTROL DEL ESTADO DE LOS CILINDROS

COMERCIALIZADORA: **DURAGAS.**

NUM. DE CILINDROS QUE NO TIENEN IDENTIFICACION COMPLETA	
NUM. DE CILINDROS CON ASAS DEFORMADAS	
NUM. DE CILINDROS CON BASES DEFORMADAS	2
NUM. DE CILINDROS CON PRESENCIA DE CORROSION	
NUM. DE CILINDROS QUE PRESENTA PINTURA DETERIORADA	
NUM. DE CILINDROS QUE TIENEN VALVULAS QUE PRESENTAN FUGA	
NUM. DE CILINDROS QUE PRESENTAN GOLPES CORTANTES O PUNZANTES	
NUM. DE CILINDROS QUE TIENEN ABOLLADURAS	
NUM. DE CILINDROS QUE PRESENTAN GRIETAS VISIBLES	
NUM. DE CILINDROS QUE TIENEN CORDONES O PUNTOS DE SOLDADURA EN LUGARES DIFERENTES A LOS ESTABLECIDOS EN LAS NORMAS INEN.	
NUMERO TOTAL DE CILINDROS MUESTREADOS	100

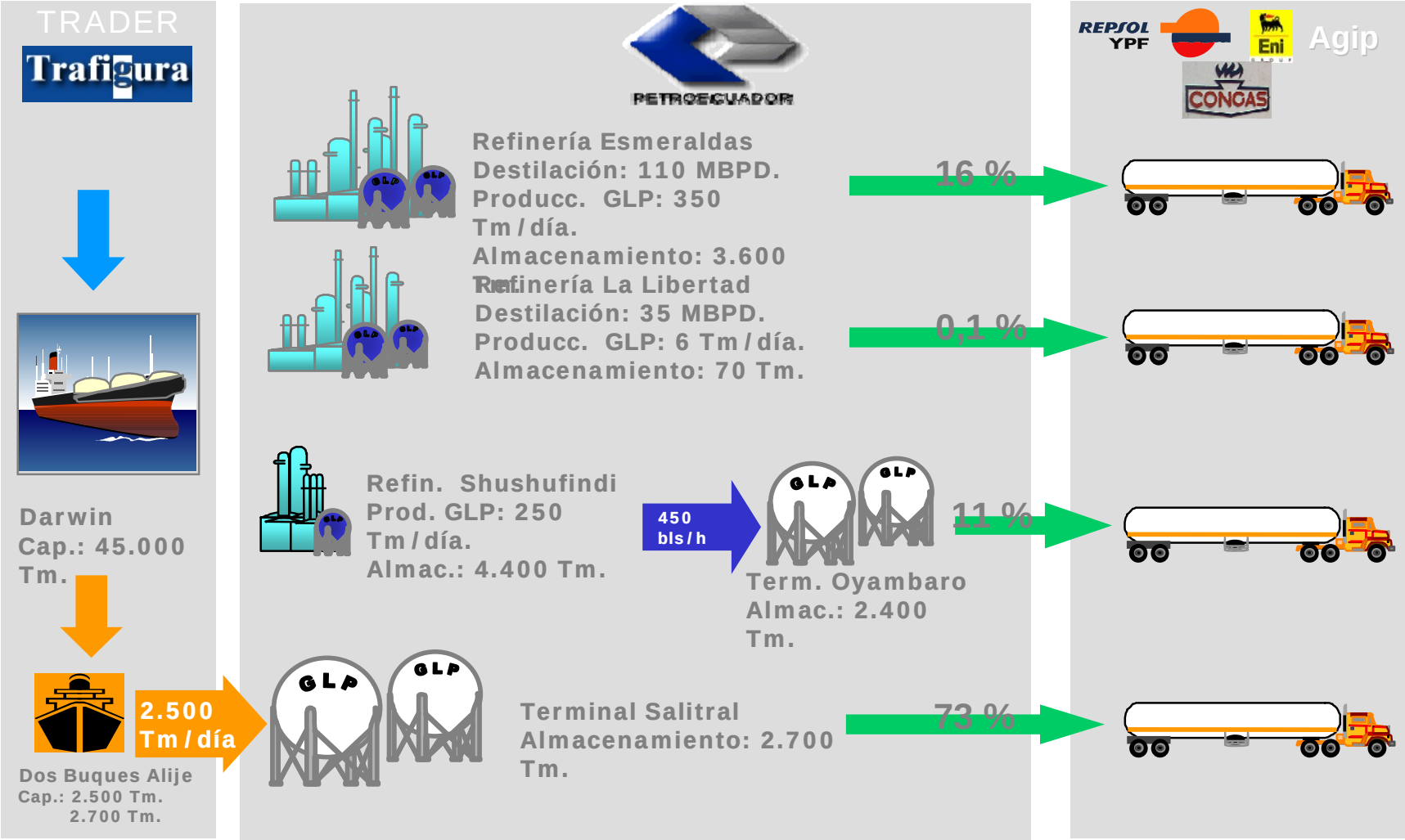
OBSERVACIONES:

2 CILINDROS PRESENTAN LA BASE DEFORMADA

FUNCIONARIOS RESPONSABLES

NOMBRE DEL INSPECTOR:	NOMBRE ADMINISTRADOR O RESPONSABLE:
Dr. WILLIAM BAUTISTA	ING. JAMINTON ABAD
FIRMA	FIRMA

ESQUEMA INTEGRAL – COMERCIALIZACIÓN DEL GLP



ESQUEMA INTEGRAL – COMERCIALIZACIÓN DEL GLP

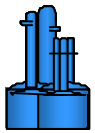
Transporte

1 Almacen flotante,

2 Barcos de alije.

1 terminal terrestre

2 Refinerías

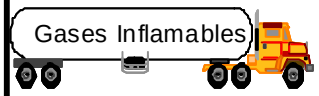


1 Planta Procesadora

5 Plantas de Almacenamiento y Distribución

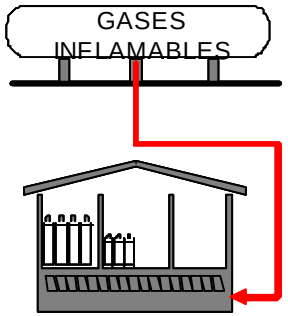
4 Plantas de Envasado

60 Cisternas

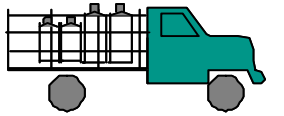


14 Plantas de envasado, con capacidad de 17 cilindros/ hora.

11 Talleres de mantenimiento de envases



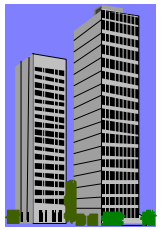
Parque nacional de 7 MM de cilindros



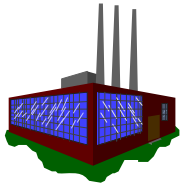
1.000 Distribuidores

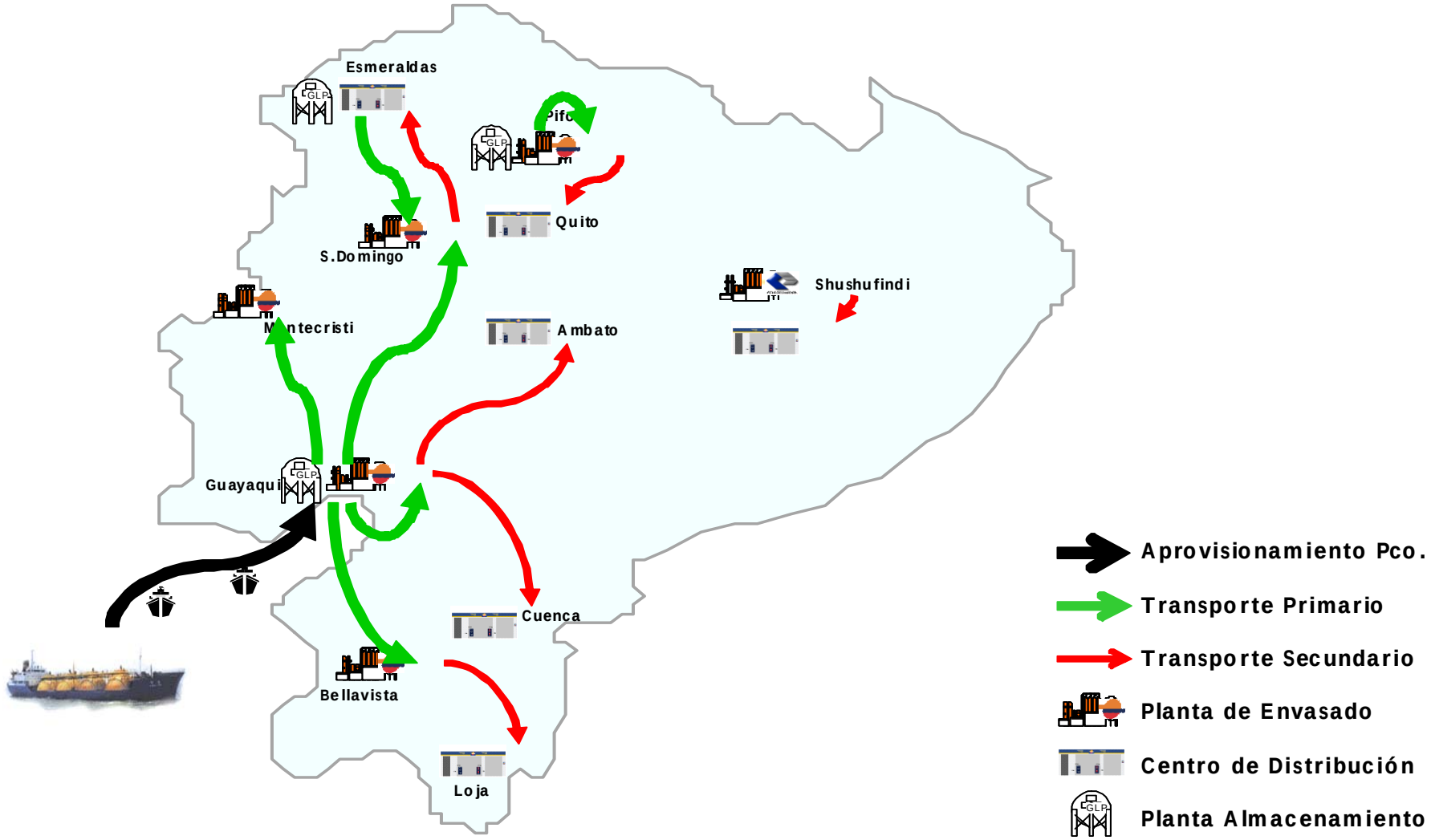
10.000 Puntos de Venta

Granel



200 Clientes Industriales



PETROECUADOR ← **Empresas Comercializadoras Privadas** →

Ubicaciòn Geogràfica de los centros de trabajo