

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

“Incremento de la Producción en Planta de Envasado de Cilindros
con GLP por Sistema de Mejora Continua”

TESIS DE GRADO

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Manuel Eduardo Abad Matute

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año - 2005

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios, al
Ing. Ignacio Wiesner F. y
todo su equipo técnico por
su apoyo y colaboración en
la realización de esta Tesis .

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA

A MI ABUELITA

A MIS HIJAS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Mario Patiño A.
DELEGADO POR EL
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



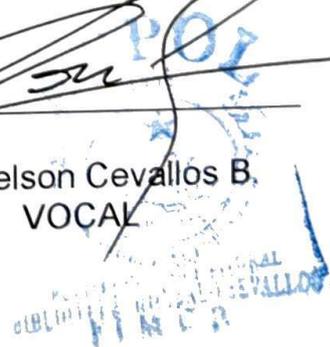
Dr. Kléber Barcia V.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Ignacio Wiesner F.
VOCAL



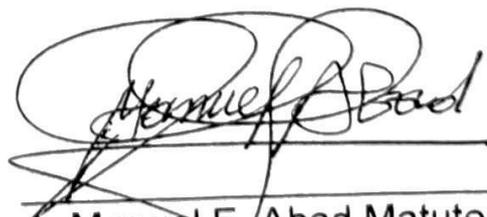
Ing. Nelson Cevallos B.
VOCAL



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)



Manuel E. Abad Matute

RESUMEN

En la planta Duragas Montecristi se mejoró el sistema de llenado de cilindros de gas en base a las técnicas de mejora continua. En primer lugar se establecen las condiciones iniciales de operación, para luego, mediante el uso de unos indicadores de producción, observar cómo se consiguen los resultados en base a las mejoras implantadas.

La manera que encontramos para superar nuestras debilidades frente a la competencia, fue un mejoramiento continuo en cada una de las operaciones de envasado, el mismo que se convirtió en una política de empresa al estar continuamente buscando procesos donde se puedan generar ahorros.

Para conseguir este objetivo se empieza por revisar el estándar de producción inicial y compararlo con el obtenido a través de un estudio de tiempos y movimientos, logrando así una reducción del personal de manera progresiva, desde 22 empleados hasta quedar finalmente en 16; se plantea también la optimización del uso de las carretillas industriales utilizadas para el transporte de cilindros, mediante una reducción del peso transportado de 360Kg a 240Kg; todo esto se puede apreciar en el capítulo 2 como mejoras implantadas.

Luego se evalúan las mejoras implantadas y mediante los datos de producción recopilados desde el 2001 al 2004, se demuestra en gráficos y tablas que se ha conseguido un mejoramiento de la producción de esta planta,

Finalmente, se comparan los resultados obtenidos en este período de tiempo y se puede apreciar que todos los índices que se plantearon para medir el mejoramiento de la producción, nos indican que las mejoras implantadas nos han dado buenos resultados, como por ejemplo, la productividad mejoró de 0.148 a 0.282 Ton GLP envasada/USD, los rendimientos de producción se incrementaron de 453.55 a 745.24 Kg/hr-hom y los tiempos muertos se redujeron de 9.4 a 5.5% del total de horas trabajadas.

INTRODUCCION

A inicios del 2001, la planta Duragas Montecristi realizó un análisis de sus fortalezas y debilidades para poder mantenerse en el mercado y competir con las otras comercializadoras de cilindros con GLP, las mismas que estaban aplicando una política agresiva de reducción de precios; para esto se inició un programa de mejoramiento continuo en su proceso de envasado de cilindros con GLP y crear así una cultura de ahorro y reducción de costos.

El objetivo de esta tesis consiste en que mediante la mejora continua se puede alcanzar un incremento de nuestros rendimientos de producción junto con la productividad expresados como objetivos anuales de producción; por lo que era necesario aplicar ciertas políticas de reducción de costos, tales como: reducción de horas de trabajo no productivas, reducción de personal innecesario mediante la reorganización de los puestos de trabajo y concientización de todo el personal en los riesgos en sus puestos de trabajo, para evitar accidentes laborales.

Para cambiar las modalidades del personal involucrado fue necesario realizar un plan de capacitación con temas teórico-prácticos inclusive con entrenamiento en planes de contingencia y estimulación con premios en base de metas alcanzadas.

CAPITULO 1

1. DEFINICION DEL PROBLEMA

La planta Duragas – Montecristi operaba en función de la oferta y la demanda, no existían procedimientos establecidos en el área de envasado de cilindros, por lo que se tenían procesos ineficaces y que generaban muchos tiempos muertos; no se tenía un programa de capacitación anual y la única brigada contra incendio existente no recibía el entrenamiento adecuado y requerido para operar una planta de envasado de GLP; por estas razones fue necesario aplicar conceptos de mejoramientos de la producción y reducción de costos, que se detallan en esta tesis.

La metodología utilizada en esta tesis consiste en definir los problemas que enfrentaba la planta Duragas – Montecristi y luego establecer ciertos índices de producción, que servirán como indicadores de la gestión de cambio que se realiza en dicha planta; luego se implantan ciertas mejoras sugeridas, como: reorganización de los puestos de trabajo, capacitación del personal e

incremento de la producción; para finalmente realizar una evaluación de dichas mejoras implantadas en base a la comparación de los índices de producción establecidos anteriormente.

1.1 Descripción de la planta

La planta Duragas - Montecristi se encuentra ubicada en el Km. 3 ½ vía Montecristi-Portoviejo y junto con las plantas de Bellavista, Pifo, Santo Domingo y la matriz Guayaquil, abastecen el 40 % del mercado nacional de cilindros con gas licuado de petróleo (GLP) para uso doméstico e industrial en presentaciones de 15 y 45 Kg respectivamente.

La planta Duragas – Montecristi abastece a todos los diferentes cantones de Manabí, para lo cuál utiliza el GLP que le despacha Petrocomercial desde la terminal de El Salitral en Guayaquil, utilizando para ello autotanques de 22 Ton GLP de propiedad de Duragas.

El 70% de la demanda de cilindros con GLP en Manabí es abastecida por ésta planta, el resto lo hace la competencia. Para esto se trabaja en un solo turno de lunes a sábado, y se descansa los domingos.



FIGURA 1.1 PLANTA DURAGAS MONTECRISTI

El sistema operativo de la planta está constituido de:

- a) Área de carga y descarga de autotanques
- b) Sala de bombas y compresores de GLP
- c) Zona de tanques de almacenamiento
- d) Plataforma de envasado.

La planta Duragas - Montecristi fue diseñada para un sistema de operación manual, tiene una capacidad de almacenamiento de 60 Ton GLP y un envasado promedio de 100 Ton por día.

El envasado de cilindros es sobre balanzas mecánicas fijas y el acople entre el cilindro y el cabezal de llenado es manual, también lo es la carga y descarga de cilindros en los vehículos de transporte y el movimiento de cilindros desde el muelle de carga hasta las balanzas de llenado se lo hace con carretas empujadas manualmente.

DEPARTAMENTO DE OPERACIONES
ÁREA DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO
DIAGRAMA DE FLUJO PARA OPERACIONES DE PLANTA

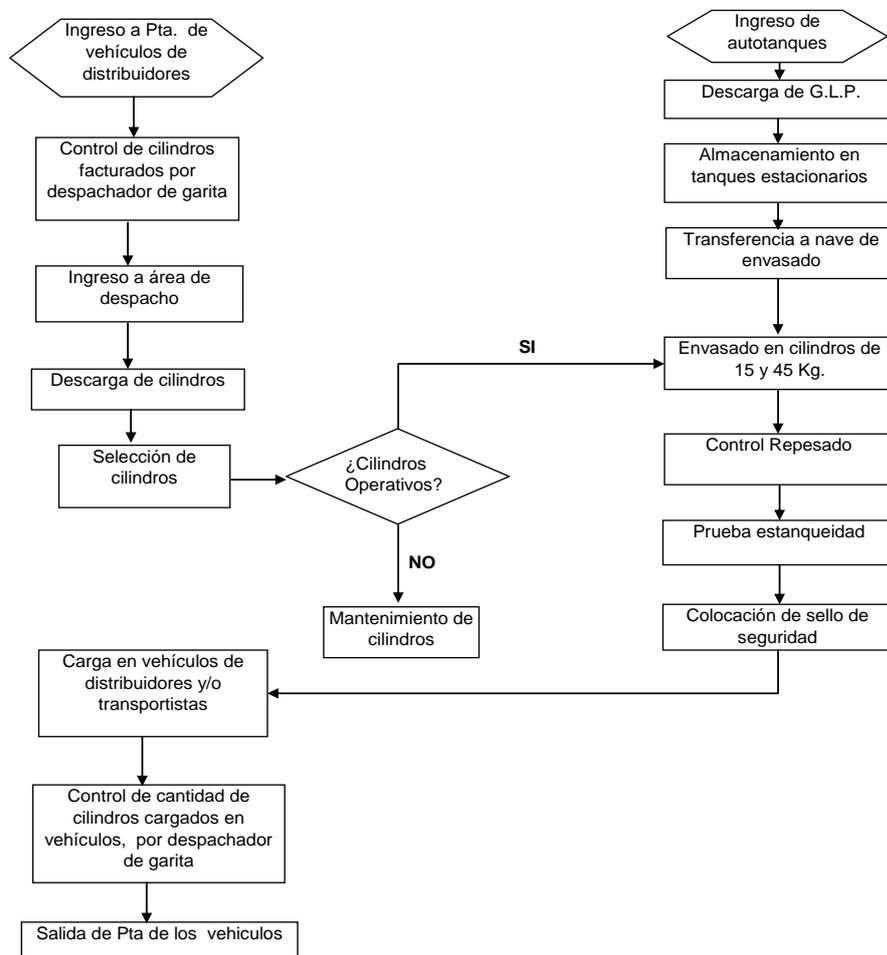


FIGURA 1.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES DE PLANTA



FIGURA 1.3 ÁREA DE ENVASADO Y CARRETILLEROS



FIGURA 1.4 MUELLE DE CARGA Y DESCARGA DE CILINDROS



FIGURA 1.5 CARGADA DE VEHÍCULO EN MUELLE



FIGURA 1.6 ÁREA DE DESCARGA DE AUTOTANQUES

Debido a las características de inflamabilidad del GLP (gas licuado de petróleo) y por cumplir con normas técnicas de operación de plantas de GLP, el mismo personal operativo de ésta planta forma parte de la brigada contra incendios, con quienes se realiza simulacros de

evacuación cada tres meses, entrenamiento con personal contratado del Cuerpo de Bomberos de Guayaquil cada mes y capacitación continua sobre temas como:

Planes de emergencia

Uso de equipo de protección personal

Propiedades y características del GLP

Investigación de accidentes

Riesgos en trabajos eléctricos

Uso de permisos de trabajo

En varias de estas capacitaciones se incluyen a distribuidores, transportistas, estibadores y guardias de seguridad física de la planta.

En la Tabla 1 se observa el cronograma de capacitación en temas de seguridad, salud y medio ambiente, programado para el año 2004.



FIGURA 1.7 PRÁCTICA DE BRIGADA CONTRA INCENDIO



FIGURA 1.8 PRÁCTICA EN MANEJO DE EXTINTORES DE PQS

1.2 Condiciones de trabajo en las operaciones de llenado.

En el 2001, la planta de envasado contaba con 22 personas, de las cuales 4 se dedicaban al llenado de cilindros en las balanzas estáticas, 8 personas se encargaban de la carga y descarga de cilindros y los 10 restantes transportaban cilindros de balanzas a muelle de carga y viceversa; pero muy frecuentemente los estibadores pasaban la mitad de su tiempo parados esperando que un carretillero les entregue o retire cilindros para los vehículos, por lo que éste era un punto donde se producían mucho tiempo muerto.



FIGURA 1.9 ENVASADO DE CILINDROS

Otro punto donde teníamos tiempo muerto era cuando por ejemplo, el carretillero que transportaba cilindros vacíos del vehículo a las balanzas de llenado, luego de dejar éstos, no retornaba con cilindros llenos de GLP para cargar otro vehículo, sino regresaba con la carreta vacía para transportar más cilindros vacíos para las balanzas, por lo que por cada viaje de un carretillero, solo producía la mitad de su tiempo, ya que la otra mitad se movía con la carreta vacía de cilindros.

La misma observación se debe hacer con el carretillero que transportaba cilindros llenos desde balanzas hasta el muelle de carga.

En la Tabla 2 se puede observar las horas mensuales desde el 2001 al 2004 que se han producido cada mes como tiempos muertos.

TABLA 2
REPORTE DE TIEMPOS MUERTOS

Mes / Año	2001	2002	2003	2004
	hr	hr	hr	hr
Enero	33.50	25.50	36.50	14.50
Febrero	43.00	09.75	34.00	08.50
Marzo	26.00	11.25	15.00	18.50
Abril	34.00	11.75	10.50	10.50
Mayo	22.00	14.00	05.50	08.00
Junio	23.00	28.00	39.00	14.50
Julio	10.50	12.00	18.50	18.50
Agosto	12.50	08.00	07.00	06.00
Septiembre	10.50	15.25	06.50	10.50
Octubre	21.75	27.50	05.50	17.00
Noviembre	14.50	27.25	01.50	09.00
Diciembre	07.25	24.00	06.50	09.50
Total	258,50	214,25	186,00	145,00

En la Tabla 3 se observa la variación en porcentaje de los tiempos muertos con respecto a las horas trabajadas anualmente; en el 2001 se registró que de las 2.761,50 horas trabajadas, el 9.4 %

corresponden a tiempos muertos y en el 2004 son el 5.5% de 2.644 horas trabajadas.

TABLA 3
TIEMPOS MUERTOS ANUALES

Año	Horas trabajadas	Tiempos muertos	
		Horas	%
2001	2761,50	258,50	9,4
2002	2796,90	214,25	7,7
2003	2738,00	186,00	6,8
2004	2644,00	145,00	5,5

Otro factor que incidía en el rendimiento de los empleados, era el tamaño y el material del que estaban construidas las carretas para transportar los cilindros.

Dichas carretas, ver FIGURA 1.10, estaban inicialmente construidas para transportar de 10 a 12 cilindros cada una, por lo que cada carretillero debía empujar carretas que pesaban 95Kg vacías y 455 Kg llenas, lo que significaba un gran sobreesfuerzo para el operario,

haciendo que el mismo se agotara más rápidamente y hasta tuviera dolores de espalda más frecuentes.

A esto se debía aumentar el peso excesivo de las carretas vacías, 95 Kg, ya que su estructura era de tubería de 2", lo cuál indicaba un claro sobredimensionamiento de dichas carretas.



FIGURA 1.10 CARRETAS UTILIZADAS INICIALMENTE

En la FIGURA 1.11, se puede apreciar cómo quedan las carretas remodeladas, con una capacidad para transportar máximo ocho cilindros.



FIGURA 1.11 CARRETA REMODELADA

1.3 Capacidad de producción histórica

Para el análisis de aplicación de mejora continua en esta planta se ha observado cómo ha evolucionado la producción desde el 2001 hasta el 2004, y de las hojas de reportes mensuales de movimiento operativo de GLP OP-3, ver Apéndice A FORMATO DE REPORTE DE MOVIMIENTO OPERATIVO MENSUAL y reportes de rendimientos mensuales de envasado, ver Tabla 4 FORMATO DE RENDIMIENTOS DE ENVASADO que se usan para los controles internos de gastos y producción, se puede observar en la Tabla 5 la evolución de la producción.

TABLA 4
FORMATO RENDIMIENTOS DE ENVASADO
DURAGAS MONTECRISTI
CUADRO DE RENDIMIENTO DEL ENVASADO
dic-04

LINEA NO. 1

Día	Kg. Envasados	Horas Trabajadas hr	Horas Reales hr	Número de Personas	Rendimiento de Línea Kg/hr-hom	Rendimiento Real Kg/hr-hom
1	49.365,00	8,00	8,00	8,00	771,33	771,33
2	49.852,50	8,00	8,00	8,00	778,95	778,95
3	44.047,00	8,00	7,00	8,00	688,23	786,55
4	52.995,00	8,00	8,00	8,00	828,05	828,05
5						
6	60.487,50	9,50	9,50	8,00	795,89	795,89
7	59.182,50	8,50	8,50	8,00	870,33	870,33
8	59.962,50	9,00	9,00	8,00	832,81	832,81
9	37.035,00	8,00	6,00	8,00	578,67	771,56
10	50.392,50	9,00	8,00	8,00	699,90	787,38
11	40.702,50	7,00	6,50	8,00	726,83	782,74
12						
13	58.770,00	9,00	9,00	8,00	816,25	816,25
14	50.130,00	8,50	8,00	8,00	737,21	783,28
15	53.332,50	9,00	8,50	8,00	740,73	784,30
16	46.455,00	10,00	7,50	8,00	580,69	774,25
17	54.232,50	9,50	9,00	8,00	713,59	753,23
18	39.922,50	7,00	6,50	8,00	712,90	767,74
19						
20	64.627,50	10,00	10,00	8,00	807,84	807,84
21	60.390,00	9,00	9,00	8,00	838,75	838,75
22	55.072,50	8,00	8,00	8,00	860,51	860,51
23	54.352,50	9,00	9,00	8,00	754,90	754,90
24	55.087,50	9,50	9,00	8,00	724,84	765,10
25						
26	47.535,00	7,50	7,50	8,00	792,25	792,25
27	53.145,00	8,50	8,50	8,00	781,54	781,54
28	56.670,00	9,00	9,00	8,00	787,08	787,08
29	53.797,50	8,50	8,50	8,00	791,14	791,14
30	52.470,00	8,00	8,00	8,00	819,84	819,84
31	43.485,00	6,50	6,50	8,00	836,25	836,25
	1.403.497,00	229,50	220,00	216,00	826,69	860,79

LINEA NO. 2

Día	Kg. Envasados	Horas Trabajadas hr	Horas Reales hr	Número de Personas	Rendimiento de Línea Kg/hr-hom	Rendimiento Real Kg/hr-hom
1	49.335,00	8,00	8,00	8,00	770,86	770,86
2	49.822,50	8,00	8,00	8,00	778,48	778,48
3	44.017,50	8,00	7,00	8,00	687,77	786,03
4	52.875,00	8,00	8,00	8,00	826,17	826,17
5						
6	60.457,50	9,50	9,50	8,00	795,49	795,49
7	59.002,50	8,50	8,50	8,00	867,68	867,68
8	59.842,50	9,00	9,00	8,00	831,15	831,15
9	36.915,00	8,00	6,00	8,00	576,80	769,06
10	50.272,50	9,00	8,00	8,00	698,23	785,51
11	40.612,50	7,00	6,50	8,00	725,22	781,01
12						
13	58.740,00	9,00	9,00	8,00	815,83	815,83
14	50.070,00	8,50	8,00	8,00	736,32	782,34
15	52.882,50	9,00	8,50	8,00	734,48	777,68
16	46.005,00	10,00	7,50	8,00	575,06	766,75
17	53.782,50	9,50	9,00	8,00	707,66	746,98
18	39.802,50	7,00	6,50	8,00	710,76	765,43
19						
20	64.447,50	10,00	10,00	8,00	805,59	805,59
21	60.360,00	9,00	9,00	8,00	838,33	838,33
22	54.802,50	8,00	8,00	8,00	856,29	856,29
23	54.082,50	9,00	9,00	8,00	751,15	751,15
24	54.817,50	9,50	9,00	8,00	721,28	761,35
25						
26	47.505,00	7,50	7,50	8,00	791,75	791,75
27	53.115,00	8,50	8,50	8,00	781,10	781,10
28	56.520,00	9,00	9,00	8,00	785,00	785,00
29	53.767,50	8,50	8,50	8,00	790,70	790,70
30	52.440,00	8,00	8,00	8,00	819,38	819,38
31	43.455,00	6,50	6,50	8,00	835,67	835,67
	1.399.747,50	229,50	220,00	216,00	824,57	858,51

TOTAL 2.803.244,50**PROMEDIO****825,63****859,65**

Los rendimientos de línea y real de la Tabla 4 se obtienen dividiendo los kg GLP envasados diariamente para el producto de la horas trabajadas por el número de empleados.

TABLA 5
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN HISTORICA

PRODUCCION HISTORICA				
No. Empleados	22	18	18	16
Año	2001	2002	2003	2004
Mes	Kg GLP	Kg GLP	Kg GLP	Kg GLP
Enero	2.068.680	2.369.970	2.528.040	2.961.360
Febrero	1.909.020	1.971.090	2.060.085	2.141.025
Marzo	2.255.535	2.145.300	2.346.795	2.494.410
Abril	2.219.265	2.305.425	2.460.000	2.440.770
Mayo	2.419.575	2.682.540	2.579.175	2.524.380
Junio	2.395.260	2.429.955	2.446.050	2.555.160
Julio	2.343.240	2.609.880	2.837.085	2.709.210
Agosto	2.518.815	2.670.375	2.641.215	2.779.800
Septiembre	2.363.385	2.580.870	2.831.715	2.674.395
Octubre	2.396.190	2.700.405	2.794.080	2.836.290
Noviembre	2.379.915	2.653.815	2.760.195	2.606.730
Diciembre	2.285.415	2.639.790	2.637.060	2.803.245
	27.554.295	29.759.415	30.921.495	31.526.775
Total Ton GLP	27.554	29.759	30.921	31.527

Luego, como se puede observar en el gráfico de producción anual FIGURA 1.12, en el año 2001 se alcanzó una producción de 27.554 ton

GLP envasadas, empleando para ello 2.660,75 horas trabajadas y ya en el 2004, la producción fue de 31.527 Ton GLP envasadas con 2.644 horas de trabajo, lo que indica un incremento del 14.4% en ese período.

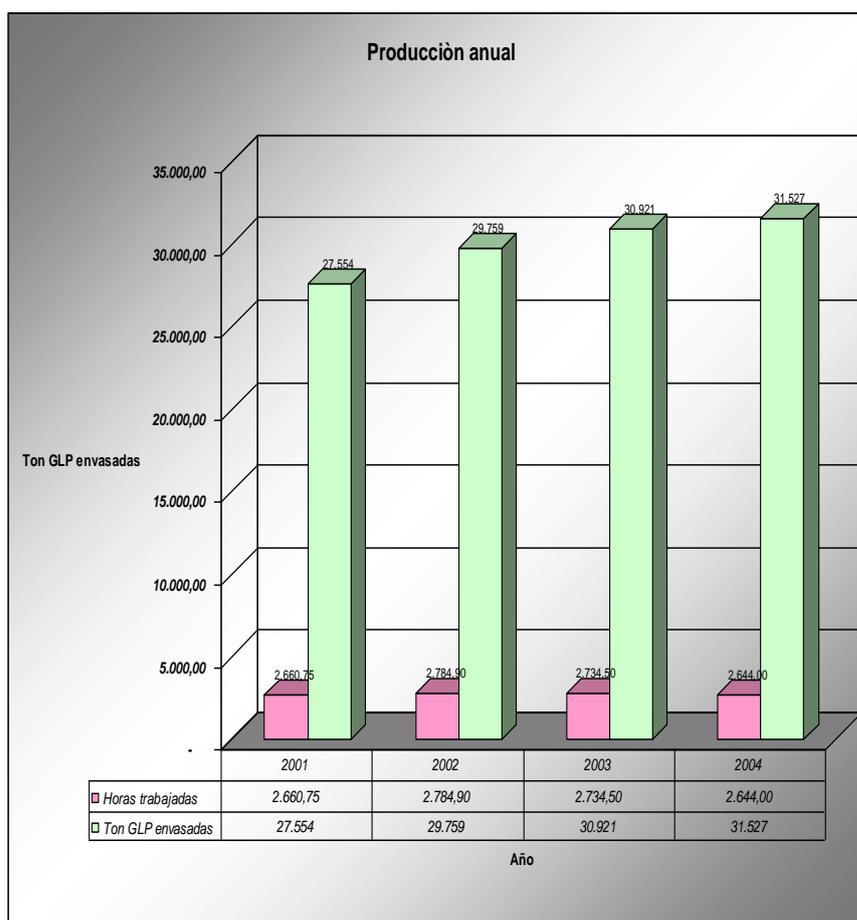


FIGURA 1.12 TON. GLP ENVASADAS ANUALMENTE

1.4 Establecimiento de los índices de producción operacionales mensuales iniciales de carga y descarga

La planta Duragas – Montecristi envasa alrededor de 7.000 cilindros con GLP diarios, para lo cual utiliza un solo turno. En el 2001, con 22 empleados y 2,761.50 horas de trabajo, se envasaron 27.554 Ton GLP; en el 2004, con 16 empleados y 2,644.00 horas de trabajo, se alcanzó una producción de 31.527 Ton GLP envasadas.

En base a estos datos, podemos ver brevemente que los rendimientos de producción de la planta han mejorado; pero como necesitamos cuantificar esta mejora deberemos utilizar algunos indicadores o índices operacionales con los que podremos apreciar las bondades de las mejoras implantadas.

Los índices de producción que utilizaremos serán los siguientes:

Productividad

Ton/USD

Toneladas de producción por cada dólar gastado en GLP envasado.

Con lo que podremos analizar cómo varía la productividad de acuerdo a los gastos anuales en personal y la cantidad total de toneladas de GLP envasados, dependiendo además de la reducción en horas trabajadas y el número de empleados, lo que podremos ver en el capítulo siguiente.

Rendimiento de producción (R)

Kg. / hr-hom. Rendimientos de producción

$$R = \frac{\text{Kg GLP}}{\text{Hr – hom. trabajadas}}$$

Donde:

R Rendimiento de producción

Kg GLP Kilos de GLP envasados

Hr-hom Número de horas trabajadas por cada hombre

Este índice de producción nos servirá para que podamos revisar la variación de los Kg. de GLP que se envasan por cada hora-hombre de trabajo en cada año.

Además, podremos determinar el rendimiento real y el rendimiento neto, los mismos que se diferencian por el uso de las horas reales de trabajo y las horas netas de trabajo; y la diferencia entre las horas reales y netas de trabajo, corresponden a los tiempos muertos de producción.

Horas trabajadas vs. Sobretiempos

Aquí podremos observar que las horas de sobre tiempo desde el 2001 al 2004 se reducen, con respecto al total de horas trabajadas,

logrando una reducción de costos de mano de obra y evitando así fatigas laborales en el empleado por exceso de jornadas de trabajo.

Índice de frecuencia de accidentes (IF)

$$IF = \frac{(\text{No. Acc.}) \times (1x10^6)}{\text{Hr-hom. trabajadas}}$$

Donde:

IF	Índice de frecuencia de accidentes
No. Acc.	Número de accidentes
Hr-hom	Número de horas trabajadas por cada hombre
Factor $1x10^6$	Constante

Con este índice podremos demostrar que a pesar de la reducción de personal y del incremento de la producción, el personal ha logrado incrementar su rendimiento y reducir sus accidentes laborales, gracias en gran medida a la concientización del personal, a través de la capacitación continua, tanto en temas técnicos como de seguridad y protección ambiental; dándole el mismo valor a la producción y a la seguridad del empleado y de las instalaciones de la planta; siendo este un tema de gran importancia para toda la corporación Repsol YPF a nivel mundial.

TABLA 6**DATOS INICIALES DE PRODUCCION**

Año	Envasado Ton GLP	No. empleados	Horas trabajadas	Costos USD	Horas de sobretiempos	No. Accidentes
2001	27.554	22	2.761,50	185.989,50	606,25	6
2002	29.759	16	2.796,90	138.379,35	762,15	2

En la Tabla 6 podemos observar los datos iniciales de producción, con los que podremos obtener los índices de producción indicados anteriormente.

CAPITULO 2

2. MEJORAS IMPLANTADAS

2.1 Reorganización de los puestos de trabajo

El primer punto que se consideró para optimizar la mano de obra en la planta fue la reorganización de los puestos de trabajo.

Para esto se realizó un análisis de los procesos de trabajo con el estudio de tiempos y movimientos, logrando un rediseño de los puestos de trabajo, evitando así movimientos innecesarios de los empleados, eliminando tiempos muertos e incrementando el índice de producción de la planta.

Con el análisis de tiempos y movimientos se determinó que el envasador y el estibador, dejaban de producir porque el carretillero no los abastecía de manera continua y además el mismo carretillero solo era eficiente el 50% de su tiempo, ya que el resto lo empleaba en movilizarse de una área a otra.

A continuación se detallará el proceso de toma de tiempos y la determinación de la media para establecer el estándar de producción detallado en la Tabla 9.

Recordemos que el margen de confianza que comprende la media de una muestra μ teniendo 95 probabilidades sobre 100 de contener la media μ de la población, es igual a $\mu \pm 2 \sigma_n$ (siendo σ_n la desviación tipo de la muestra)

Por otra parte, se sabe que si σ es la desviación-tipo de la población, se tiene (4):

$$\sigma_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (\text{ec. 1})$$

Asumiendo una precisión de $\pm 5\%$ y un margen de confianza de 95%, tenemos (4):

$$\frac{2 \sigma_n}{\mu} = 0.05 \quad (\text{ec. 2})$$

Despejando n de la ecuación 1:

$$(\sigma_n)^2 = \frac{\sigma^2}{n}$$

$$n = \frac{\sigma^2}{(\sigma n)^2} \quad (\text{ec. 3})$$

Despejando σn de la ecuación 2:

$$\sigma n = \frac{0.005 \mu}{2} = 0.025 \mu$$

Reemplazando este valor de σn en la ecuación 3:

$$n = \frac{\sigma^2}{(0.025\mu)^2} = \frac{\sigma^2}{0.000625 \mu^2} = \frac{1600 \sigma^2}{\mu^2}$$

No conocemos ni σ ni μ . Por consiguiente procedemos a efectuar un primer extracto (muestra) de diez tiempos p.

Se sabe que la amplitud R de la muestra, diferencia entre el valor mayor y el valor menor, es igual a:

$$R = \sigma * d$$

siendo d un coeficiente función de la magnitud de la muestra e igual a 3 para una muestra de 10.

Si se admite, por otra parte, que la medida de la muestra representativa es igual a la de la extracción de 10, se tiene, si S es la suma de los valores de la muestra, el número de observaciones a efectuar:

$$n = \frac{1.600 R^2 p^2}{d^2 S^2} = \frac{16 R^2 * 1 \times 10^4}{9 S^2}$$

TABLA 7

TOMA DE TIEMPOS (seg/cil)

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Descarga de cilindros	3.87	4.09	3.92	3.90	3.85	2.99	3.90	3.85	3.86	3.82
Transp.. cil. vacíos	4.47	4.52	3.90	4.41	4.39	4.62	4.60	4.41	4.50	3.98
Alzar, colocar manopla, envasar	11.55	11.34	10.05	11.62	11.93	11.42	11.25	11.77	10.65	11.52
Transp.. cil. Llenos, sello	10.78	10.90	11.00	10.15	10.82	10.86	10.98	10.95	11.82	10.90
Despacho cil. muelle	20.53	20.45	21.00	19.55	21.00	20.02	21.94	22.12	20.10	20.96

Para el caso, por ejemplo, de la descarga de cilindros, con los datos de la Tabla 7:

En la Tabla 9 del estándar de producción de envasado se aprecia los tiempos de producción para cada actividad dentro del área de envasado, y considerando un turno de 8 horas de trabajo con 16 personas, alcanzaríamos una producción de 9198 cilindros envasados diariamente; esto considerando un rendimiento del 100% de la mano de obra.

De acuerdo a nuestros datos reales de producción, tenemos que con 16 personas y un turno de 8 horas, se envasan 6.400 cilindros, lo que nos da una eficiencia del 70%.

Para la reorganización de los puestos de trabajo se consideraron específicamente los siguientes puntos:

a) Eliminación de tiempos muertos

El principal problema a resolver era la reducción de los tiempos muertos, que en el 2001 eran del 9.4%, y el objetivo de la planta era de llegar al 3%.

Dichos tiempos muertos ocurrían con los envasadores ya que los carretilleros no los abastecían con cilindros operativos vacíos para ser llenados y tenían que esperar a que les provean cilindros para

TABLA 9
ESTANDAR DE PRODUCCION DE ENVASADO

DURAGAS - REPSOL

ESTÁNDARES DE PRODUCCIÓN DEL ENVASADO

ACTIVIDAD	SEG/CIL	CIL/SEG	REND. (CIL. / HRHB)	Horas necesarias p/ actividad	NO. DE PERSONAS	PROD. X HORA	CIL.*DÌA STANDAR	HR LABORADAS	CILI * H H	CIL * MIN	POSIBLE ENVASADO TN.
							7500				
ENVASADO DE CILINDROS	50,84	0,020	70,8	105,9	14	1006	8044	8	71,82	16,76	2628
Descarga de cilindros vacíos (camión al muelle de la nave)	3,83	0,261	940	7,98	1,0	940	7520				
transporte cil. vacíos (muelle de la nave al piso cerca de balanzas)	4,34	0,230	829	9,04	1,0	995	7963				
Tiempo subir, colocación manopla, envasar, bajar el cil. de la balanza	11,30	0,088	319	23,54	3,0	956	7646				
Transp. de cil. llenos, sellos (desde piso de balanzas hasta muelle)	10,71	0,093	336	22,31	3,0	1008	8067				
Despacho de cilindro de muelle hasta camión o plataforma, (estibado)	20,66	0,048	174	43,04	6,0	1045	8364				
	Kilos. Env.*turno	Cili. env*turno	Personas	Cili. Env.*hora	Cil/min.	Cil*min*h.	Cil*h*h.				
	94851	6323	11	790	13,17						
	103474	6898	12	862	14,37	650	65000		900		
	112097	7473	13	934	15,57		76,754		850		
	120720	8048	14	1006	16,77		0				
	129343	8623	15	1078	17,96						
	137966	9198	16	1150	19,16						
	146589	9773	17	1222	20,36						
	155211	10347	18	1293	21,56						

proceder a llenarlos, con los estibadores se producían también tiempos muertos ya que de igual manera los carretilleros no los abastecían continuamente con cilindros envasados para ser estibados en los vehículos para el despacho; y por último los carretilleros que eran prácticamente los que provocaban tiempos muertos en todas las áreas, debido a la manera que tenían para trabajar:

Cuando descargaban los cilindros vacíos de un vehículo transportaban los cilindros vacíos operativos a las balanzas de llenado y los no operativos al área para envío al taller de mantenimiento de cilindros, y luego regresaban con la carreta vacía para descargar más cilindros vacíos de los vehículos.



FIGURA 2.1 DESCARGA DE CILINDROS VACIOS



FIGURA 2.2 TRANSPORTE DE CILINDROS VACIOS A BALANZAS

Igualmente si el carretillero transportaba cilindros llenos desde balanzas hasta el muelle de carga para que sean estibados en los vehículos, dejaban esos cilindros y luego regresaban con las carretas vacías hacia las balanzas para realizar otro viaje.

Con esta manera de trabajar se puede apreciar que solo el 50% del trabajo realizado por el carretillero era efectivo, porque el 50% restante, operaba la carreta vacía, según se describe en la Tabla 10.

TABLA 10**ACTIVIDADES OPERATIVAS INICIALES DE ENVASADO**

No.	Actividad	Descripción
1	Estibador	Descarga cilindros vacíos y carga cilindros llenos en vehículos
2	Carretillero	Transporta cilindros llenos y vacíos de muelle a balanzas y viceversa.
3	Envasador	Coloca cilindros sobre balanzas para ser llenados con GLP
4	Control de peso	Calibración de balanzas y verificación del peso de cilindros llenos
5	Colocador de sello	Verifica fugas de GLP y coloca sello en válvula del cilindro lleno

Entonces, lo primero que se hizo fue reinducir al operador de la carreta de tal manera que de ahora en adelante, si el operador de la carreta transportaba cilindros llenos de balanzas al muelle de carga, al regreso, en vez de venir vacío, transporte cilindros vacíos desde el muelle a las balanzas y así sucesivamente; con esto, el carretillero utilizaba el 100% de su tiempo abasteciendo cilindros, vacíos para las balanzas y llenos para los estibadores de los vehículos en el muelle de carga, según se aprecia en la Tabla 11.

TABLA 11**ACTIVIDADES OPERATIVAS ACTUALES DE ENVASADO**

No.	Actividad	Descripción
1	Estibador - Carretillero - Colocador de sellos	Descarga cilindros vacíos y carga cilindros llenos en vehículos, transporta cilindros llenos y vacíos de muelle a balanzas y viceversa, verifica fugas de GLP y coloca sello en válvula del cilindro lleno.
2	Envasador	Coloca cilindros sobre balanzas para ser llenados
3	Control de peso	Calibración de balanzas y verificación del peso de cilindros llenos

Con este cambio en la manera de trabajar del carretillero se logró reducir los tiempos muertos que en el 2001 estaban por el 9.4% del total de horas trabajadas, hasta llegar a 5.5% en el 2004.

**FIGURA 2.3 CARGA DE VEHÍCULO CON CILINDROS LLENOS DE GLP**

Con los datos de producción de Duragas Montecristi, se puede elaborar el siguiente gráfico, donde se observan las horas trabajadas y las horas de tiempos muertos desde el 2001 al 2004:

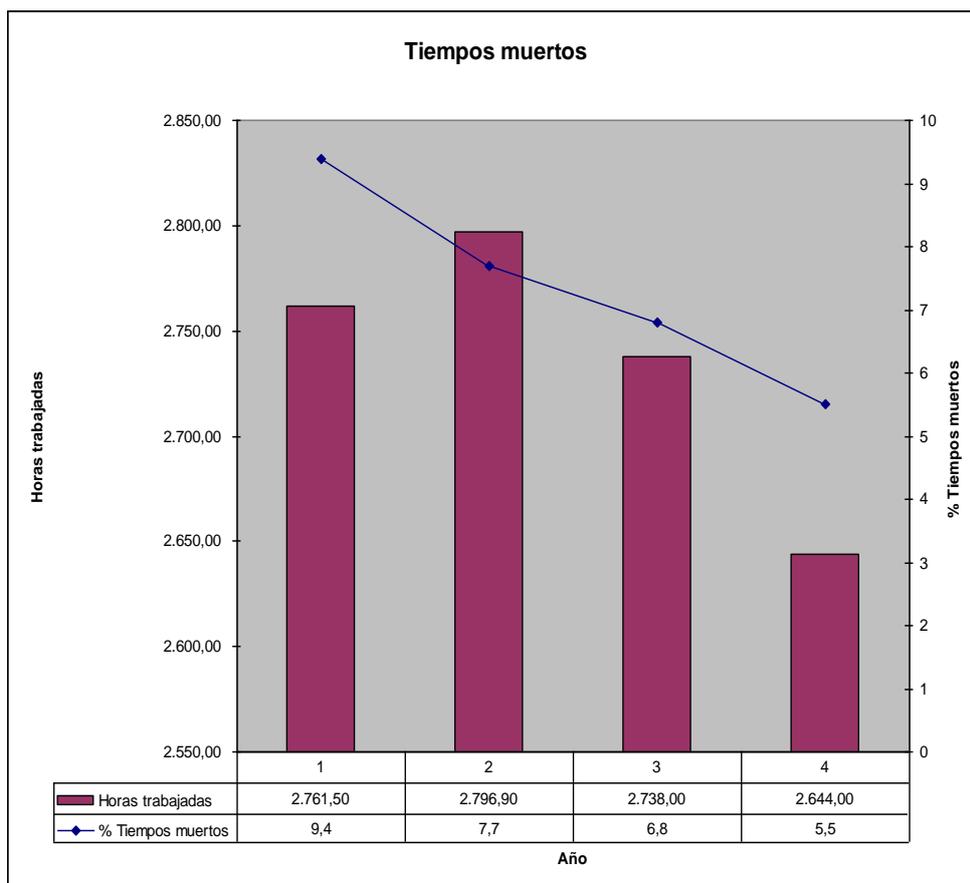


FIGURA 2.4 TIEMPOS MUERTOS

b) Reducción de personal por puestos innecesarios

Notamos que el trabajo que realizaban los estibadores en el muelle de carga y descarga de cilindros podía ser realizado directamente por el

mismo carretillero, de tal manera que ya no tendríamos un empleado parado sin hacer nada esperando a ser abastecido por el carretillero; por lo que de ahora en adelante el carretillero trabajaba así:

El carretillero bajaba los cilindros vacíos del vehículo en el muelle, los transportaba hasta las balanzas de llenado, descargaba esos cilindros en dicha área, luego cargaba su carreta con cilindros llenos y los transportaba hasta el muelle de carga para él mismo estibarlos en el vehículo a ser despachado.

De esta manera se logró reducir los 22 empleados que habían en el 2001 y quedar en 16 para el 2004; sin incremento de horas extras y con un incremento del 14.4% en la producción de ese período.

2.2 Capacitación del personal

Una vez que se realizó la reorganización de los puestos de trabajo y la reducción del personal, fue necesario cumplir un cronograma de capacitación con todo el personal existente. Primeramente fue necesaria una reinducción a cada empleado en su propio puesto de trabajo, luego se cubrieron temas como:

- Correcto uso de elementos de protección personal

- Propiedades y características del GLP
- Orden y limpieza en área de trabajo
- Seguridad en la manipulación de cilindros con GLP
- Investigación de accidentes
- Planes de emergencia
- Simulacros de evacuación
- Análisis de riesgos en los puestos de trabajo

Estas charlas están incluidas en el programa de capacitación anual que deben recibir los empleados de la planta, cumpliendo el 1.5 % de horas de capacitación vs. Horas trabajadas mínimo, como uno de los objetivos en seguridad y medio ambiente de la compañía.

DURAGAS S.A. realiza auditorias internas y externas sobre seguridad y medio ambiente, semestralmente, a cada planta de envasado, incluyendo a Duragas-Montecristi, en estas auditorias se evalúan los resultados de la asimilación de los conocimientos impartidos en el programa de capacitación, mediante entrevistas personales a los empleados y con estos resultados se elabora un plan de acción para corregir o reforzar algún punto en particular. En los Apéndice B se tiene el formato para las auditorias en SSMA indicadas anteriormente,

y en el Apéndice C se tiene un resumen del plan de acción de la auditoría en SSMA, correspondiente al 2003.

En la Tabla 13 tenemos el estándar que tiene DURAGAS para la entrega de equipos de protección personal de acuerdo al puesto de trabajo, y dicha entrega queda registrada en el formato de la Tabla 12, para la constancia de entrega de los elementos de seguridad a cada empleado de la planta.

Con esto se logró tener una mano de obra calificada y capacitada, para laborar en un medio donde siempre está presente el riesgo por la manipulación de un elemento explosivo como el GLP.

En el Apéndice D, se puede observar el programa de varios de los temas de capacitación.

Para el cálculo del índice de frecuencia de accidentes se utiliza la siguiente fórmula:

$$IF = \frac{\text{No. Accidentes} * 1x10^6}{\text{No. Hr - hom}}$$

TABLA 12

FORMATO DE CONSTANCIA DE ENTREGA DE EPP

REPSOL YPF – GLP LAM

CONSTANCIA ENTREGA ELEMENTOS DE SEGURIDAD

PLANILLA PGGLP-09-1

Descripción	Cantidad	Entregado
Lente de seguridad		
Protector facial		
Protector auditiva (auricular)		
Protector auditivo (tapón)		
Calzado de seguridad		
Casco		
Equipo de pantalón y camisa		
Delantal		
Guantes de Descarne		
Guantes de Goma.		
Faja Lumbar		

1.) Estos elementos de seguridad quedan a mi cargo, y deberé utilizarlos durante las tareas diarias, siendo responsable por su estado y conservación. En caso de deterioro o pérdida, deberé informar a mis superiores, para su reemplazo.

2.) He recibido la capacitación y entrenamiento necesario para el correcto uso y aplicación del mismo **SI** **NO**

Nombre y Apellido del Empleado:

Legajo N°:

Firma de Conformidad:

TABLA 13

ESTÁNDAR DE EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

AREA / OCUPACION	GUANTE CUERO	GUANTE NITRIL	GUANTE 600 I	PROTECTOR AUDITIVO 1200-20M	PROTECTOR FACIAL	CASCOS	MALE P/MSK - 6000-3M	CARTUCHO 6000-3M	FILTRO 2091-3M	FRE-FILTRO 1PT1 -3M	RETENEDOR FILTRO - 601-3M	CHUFRON ESPALDA	CARRETA	SOLDAR	MANCHA	SOLDADOR DELANTAL	SOLDADOR RESPIRADOR 4200-3M	RESPIRADOR 4512-3M	RESPIRADOR CALZADO PIA	ARNES CASCO	GUANTE SOLDAR-AM1	GUANTE-QUECO-AM	CARERA EMBELLAS	RODIL CANCHO PIA
ENVASADOR	x			x															x	x				
TECNICO/OPER. CARRUSEL	x			x	x	x						x							x	x				
ESTIBADOR	x			x								x							x	x				
EVACUADOR	x			x	x	x						x							x	x				
INERTIZACION CILINDROS	x			x	x	x						x							x	x				x
ENDEREZADO DE BASE	x			x		x						x					x		x	x				
GRANALLADO	x			x	x	x		x				x							x	x				
SOLDADOR 1	x			x		x		x				x	x	x	x			x	x	x				
SOLDADOR	x			x		x		x				x	x	x	x			x	x	x				
PRUEBA HIDROSTATICA	x			x		x						x							x	x				
MACHUELEADO																			x	x				
PORTAVALVULA	x			x		x						x					x		x	x				
PINTURA CILINDRO	x			x		x	x	x		x	x	x							x	x				
REMARCAO DE TARA	x			x		x						x						x		x				
COLOCACION DE VALVULA	x			x		x						x							x	x				
PRUEBA DE ESTANQUEIDAD	x			x		x						x							x	x				
MANTENIMIENTO DE VALVULAS	x	x		x		x						x							x	x				
DESPACHADOR EN NAVE DE ENVASADO	x			x		x						x							x	x				
MECANICO	x			x	x	x						x	x	x	x		x	x	x	x			x	
ELECTRICO	x		x	x		x													x	x				
PINTOR	x			x		x	x	x		x	x													
LIMPIEZA		x		x													x		x	x				
CHOFER	x					x						x							x	x			x	
OPERADOR ISLA DESCARGA	x				x	x													x	x			x	x
FRECUENCIA DE CAMBIO	0,5	0,5	6	2	3	12	6	0,75	0,50	###	6	6	6	4	4	0,25	0,25	6	12	0,5	0,5	3	6	

0.25 = 1 SEMANA 1 = 1 MES 4 = 4 MESES **SOLDADOR:** Soldador de Mantenimiento de Cilindros
 0.5 = 2 SEMANAS 2 = 2 MESES 6 = 6 MESES **SOLDADOR1:** Soldador de Trabajos varios
 0.75 = 3 SEMANAS 3 = 3 MESES 12 = 12 MESES

Donde:

IF	Índice de frecuencia de accidentes
No. Accidentes	Número de accidentes registrados
No. Hr – hom	Número de horas trabajadas por cada hombre
1x10 ⁶	Valor constante

Con los datos de los reportes mensuales de accidentes laborales, elaboramos la Tabla 14, donde podemos apreciar que los accidentes laborales han disminuido de 6 en el 2001 a cero en el 2004, el mismo que se puede tomar como un indicador del correcto desempeño del personal después de empezar a aplicarse el programa de capacitación anual.

TABLA 14
INDICES DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES

Año	Horas trabajadas	Hombres	hr - hom	No. Accidentes	IF
2001	2.761,50	22	60.753,00	6	98,76
2002	2.796,90	18	50.344,20	2	39,73
2003	2.738,00	18	49.284,00	1	20,29
2004	2.644,00	16	42.304,00	0	0,00

En la FIGURA 2.5 se puede apreciar claramente cómo ha ido variando el número de accidentes laborales desde el 2001 al 2004.

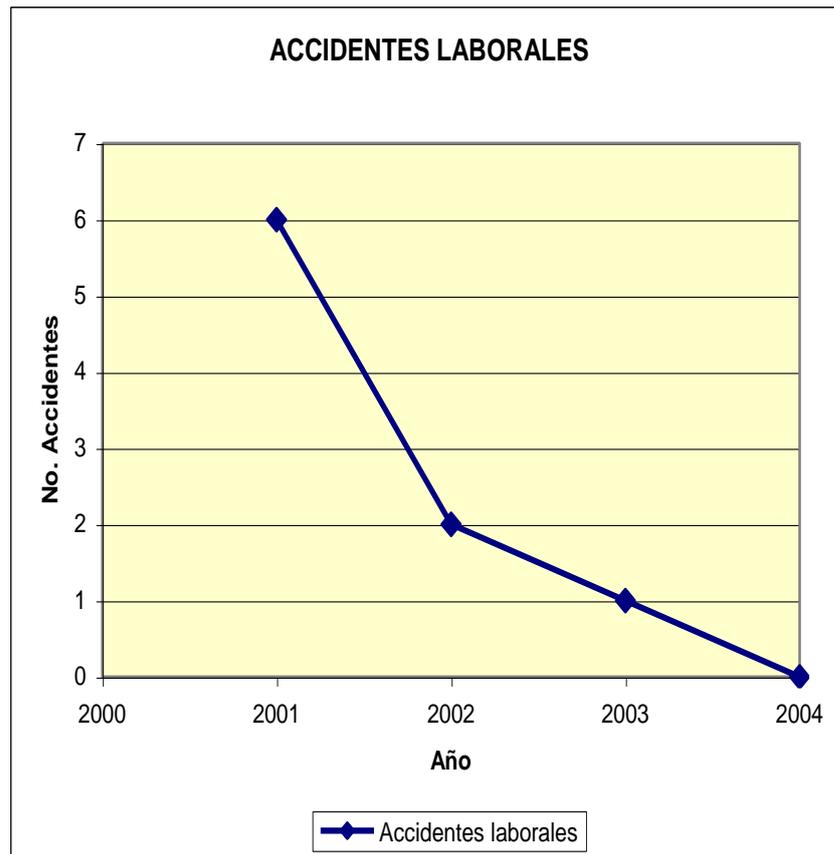


FIGURA 2.5 ACCIDENTES LABORALES

2.3 Rediseño de equipo manual para transporte de cilindros.

Tal como se indicó anteriormente, las carretas que se usaban inicialmente para transporte manual de cilindros, eran de una capacidad de 12 cilindros y además su estructura se basada en tubos

galvanizados de 2 ¼”, lo que hacía que el operario de dichas carretas esté constantemente sometido a sobreesfuerzo, por el excesivo peso que debía empujar; lo que a su vez generaba malestares físicos a los operarios y por ende una disminución en su rendimiento diario.

Para lograr el uso eficiente de las carretas de tal manera que el operario las manipule con el menor esfuerzo posible, y que la inversión sea mínima, se realizaron las siguientes modificaciones:

- 1.- Se cambiaron los tubos galvanizados de 2 ¼” de toda la estructura, por tubos galvanizados de 1”, logrando reducir un 24% el peso neto de la carreta; así el operario puede maniobrar dicha carreta con menor esfuerzo físico que antes.
- 2.- Se redujeron las dimensiones de las carretas, inicialmente tenían capacidad para transportar 12 cilindros, ahora se transportan máximo 8 cilindros. Con esto también se logró reducir el sobreesfuerzo que realizaba el operario al empujar la carreta, ya que se redujo el peso transportado de 360 a 240 Kg.

A continuación se realiza un análisis sobre la conveniencia de las modificaciones realizadas a las carretillas industriales, utilizadas para el movimiento de cilindros vacíos y llenos con GLP.

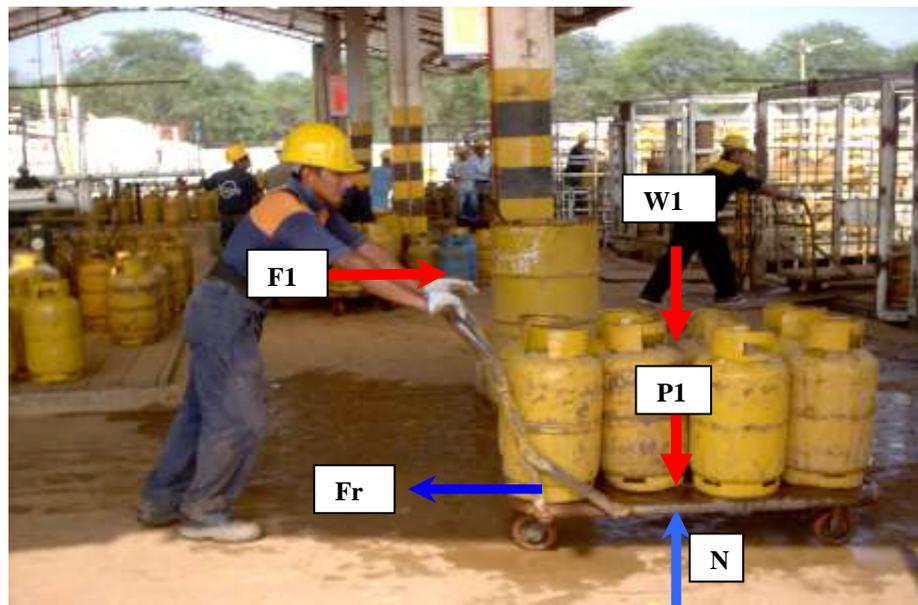


FIGURA 2.6 ANALISIS DE FUERZAS

En el caso del modelo de las carretas utilizadas inicialmente:

F1=	Fuerza necesaria para mover la carreta con cilindros
P1=	95 Kg Peso de la carreta vacía (modelo inicial)
W1=	360 Kg Peso de la carga a transportar (12 cilindros)
N1=	Fuerza normal
Fr1=	Fuerza de fricción correspondiente a N1

De la Figura 2.6 se obtiene que la normal es:

$$N = (P1 + W1) * g = (95 + 360) * (9.8) = 4459 \text{ N}$$

Por lo que la fuerza de fricción dinámica es:

$$Fr1 = \mu_k * N$$

En el caso de superficies en contacto de caucho sobre concreto seco:

$$\mu_k = 0.7$$

Entonces: $Fr1 = (0.7) * (4459) = 3121.30 \text{ N}$

Ahora, considerando un espacio a recorrer de 15 m en un tiempo de 20 segundos y que la carreta arranca con velocidad inicial cero, se tiene:

$$a = \frac{V - V_0}{t}$$

Donde: $V_0 = 0$

$$V = \frac{e}{t} = \frac{15 \text{ m}}{20 \text{ seg}} = 0.75 \text{ m/seg}$$

Por lo que: $a = \frac{0.75 - 0}{20} = 0.0375 \text{ m/seg}^2$

Teniendo en cuenta que cuando la carreta se está movilizándose normalmente la fuerza necesaria para dicho movimiento F_1 ha superado la de fricción Fr_1 , con la aceleración considerada se puede obtener F_1 :

$$a = \frac{F_1 - Fr_1}{m}$$

Por lo que la fuerza requerida es:

$$\begin{aligned} F_1 &= (m \cdot a) + Fr_1 \\ &= (95 + 360) \cdot (0.0375) + 3121.30 \\ &= 3138.36 \text{ N} \end{aligned}$$

En el caso del modelo de las carretas utilizadas actualmente, se tiene:

$F_2=$	Fuerza necesaria para mover la carreta con cilindros
$P_2=$	72 Kg Peso de la carreta vacía (modelo actual)
$W_2=$	240 Kg Peso de la carga a transportar (8 cilindros)
$N_2=$	Fuerza normal
$Fr_2=$	Fuerza de fricción correspondiente a N_2

Nuevamente, de la Figura 2.6 se obtiene que la normal es:

$$N2 = (P2 + W2) * g = (72 + 240) * (9.8) = 3057.60 \text{ N}$$

Por lo que la fuerza de fricción dinámica es:

$$Fr2 = \mu_k * N2$$

En el caso de superficies en contacto de caucho sobre concreto seco:

$$\mu_k = 0.7$$

$$\text{Entonces: } Fr2 = (0.7) * (3057.60) = 2140.32 \text{ N}$$

Para el mismo valor de aceleración de la carreta, tenemos:

$$a = 0.0375 \text{ m/seg}^2$$

$$a = \frac{F2 - Fr2}{m}$$

Por lo que la fuerza requerida es:

$$\begin{aligned} F2 &= (m * a) + Fr2 \\ &= (72 + 240) * (0.0375) + 2140.32 \\ &= 2152.02 \text{ N} \end{aligned}$$

Con esto podemos observar que con el nuevo modelo de carreta, el operador requiere un 31.4% menos de fuerza para transportar los cilindros.

- 3.- Inicialmente las garruchas de las carretas funcionaban con bocines, los que se atascaban cuando se llenaban de polvo y agua, haciendo más difícil su manipulación; se decidió cambiar este tipo de garruchas por las que tienen rodamientos, con lo que es más fácil lubricar y más suaves para movilizar las carretas, ya que hay menos fricción.

2.4 Incremento de la producción alcanzada con el proyecto

Con los datos obtenidos de los formatos de producción mensual, formamos la Tabla 15, en la que podemos observar la producción mensual durante los años 2001 al 2004.

TABLA 15
PRODUCCION ANUAL

Mes	AÑO			
	2001	2002	2003	2004
Enero	2.069	2.370	2.528	2.961
Febrero	1.909	1.971	2.060	2.141
Marzo	2.256	2.145	2.347	2.494
Abril	2.219	2.305	2.460	2.441
Mayo	2.420	2.683	2.579	2.524
Junio	2.395	2.430	2.446	2.555
Julio	2.343	2.610	2.837	2.709
Agosto	2.519	2.670	2.641	2.780
Septiembre	2.363	2.581	2.832	2.674
Octubre	2.396	2.700	2.794	2.836
Noviembre	2.380	2.654	2.760	2.607
Diciembre	2.285	2.640	2.637	2.803
TOTAL TON GLP	27.554	29.759	30.921	31.527

En la FIGURA 2.7 podemos apreciar claramente cómo ha evolucionado la producción cada año expresada en toneladas de GLP envasadas.

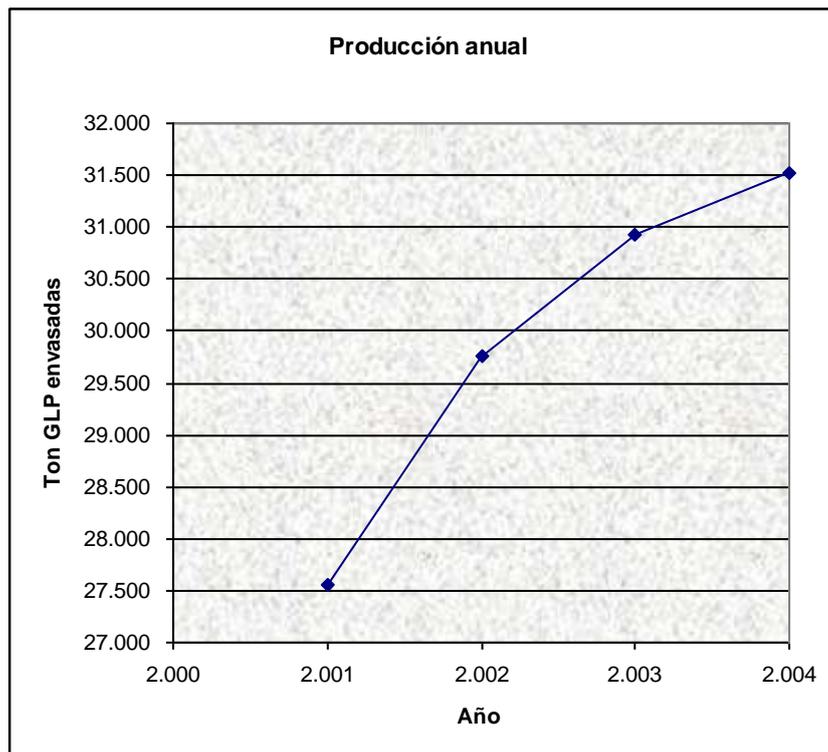


FIGURA 2.7 PRODUCCION ANUAL

Según se puede apreciar en la Tabla 16, en el año 2001 para alcanzar una producción de 27.554 Ton GLP envasadas, se utilizaron 22 empleados con 2.761,50 horas trabajadas; con las mejoras implementadas de manera continua y descritas anteriormente, se alcanzó en el 2004 una producción de 31.527 Ton GLP envasadas, utilizando 16 empleados con 2.644 horas de trabajo.

TABLA 16
CUADRO RESUMEN DE PRODUCCION

Resumen de Producción Anual				
Año	2.001	2.002	2.003	2.004
No. Empleados	22	18	18	16
Horas trabajadas	2.761,50	2.784,90	2.734,50	2.644,00
Ton GLP Envasadas	27.554	29.759	30.921	31.527

Lográndose un incremento del 14.4% de la producción del 2001 al 2004, con una reducción del 37.5% en la mano de obra y sin que esto signifique un sobreesfuerzo en la mano de obra, ya que las horas de trabajo se redujeron un 4.4% en ese período considerado.

CAPITULO 3

3. EVALUACION DE LAS MEJORAS IMPLANTADAS

3.1 Análisis comparativo de los índices de producción actuales e iniciales.

Uno de los índices que debemos comparar para determinar la efectividad del proyecto es el de costos de producción (Por tonelada de GLP envasado).

En el 2001 la producción fue de 27.554 Ton GLP envasadas, para lo cual se tenían 22 empleados y se laboraron 2.761,50 horas; luego de las mejoras implantadas se llegó a tener en el 2004 una producción de 31.527 Ton GLP envasadas, con 16 empleados y utilizando para esto 2.644 horas de trabajo.

Con esto se lograron reducir los costos de producción, de 6,75 a 3,54 USD / Ton GLP envasada; estos valores se obtienen

dividiendo los dólares gastados en personal por las toneladas de GLP envasadas anualmente, según la Tabla 17.

TABLA 17
CUADRO DE GASTOS DE PRODUCCIÓN ANUAL

Gastos en producción			
Año	USD/Ton	Ton	USD
2001	6,75	27.554	185.989,50
2002	4,65	29.759	138.379,35
2003	4,80	30.921	148.420,80
2004	3,54	31.527	111.605,58

En la FIGURA 3.1 de costos de producción se puede apreciar gráficamente, cómo varían dichos costos de acuerdo a la producción anual.

Otro de los índices de producción es el de rendimiento de envasado, medido en Kg. / hr-hom.

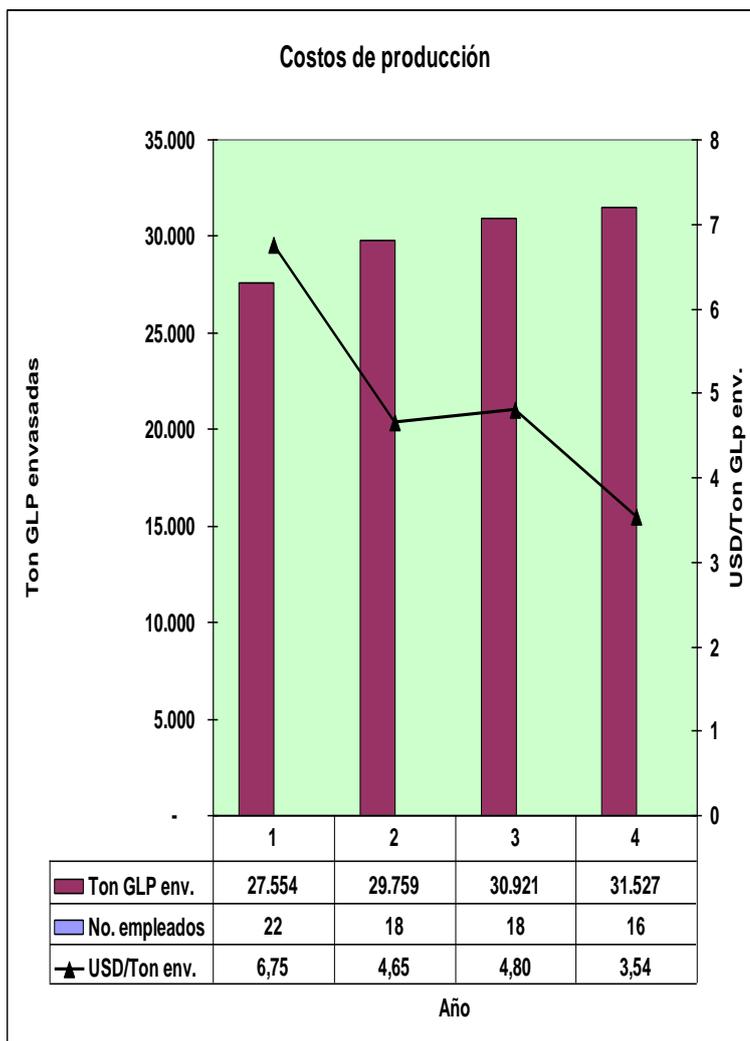


FIGURA 3.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Nuestro objetivo inicial en este caso, fue alcanzar un rendimiento de producción de 705 Kg. / hr-hom, el mismo que recién se pudo alcanzar en el 2004, luego de reducir las horas de trabajo, principalmente las horas extras y el número de empleados, tal como se aprecia en la Tabla 18.

TABLA 18
RENDIMIENTOS DE PRODUCCIÓN

Año	No. Empleados	Kg GLP envasados	Horas trabajadas	Kg / hr-hom
2.001	22	27.554.295	2.761,50	453,55
2.002	18	29.759.415	2.796,90	591,12
2.003	18	30.921.495	2.738,00	627,41
2.004	16	31.526.775	2.644,00	745,24

Los valores de rendimientos de producción, expresados en Kg/hr-hom. de la Tabla 18 se obtienen dividiendo los kilos de GLP envasados anualmente, para el producto entre las horas trabajadas y el número de empleados.

En el gráfico de los rendimientos de producción de la FIGURA 3.2 se aprecia que en el 2001 se alcanzó una producción de 453.55 Kg GLP/hr-hom y en el 2004 se llegó a 745.24 Kg GLP/hr-hom, lo que significa un incremento del 64% de los rendimientos en ese período.

Con una mejora en el rendimiento de producción, lograríamos también una reducción en los tiempos muertos.

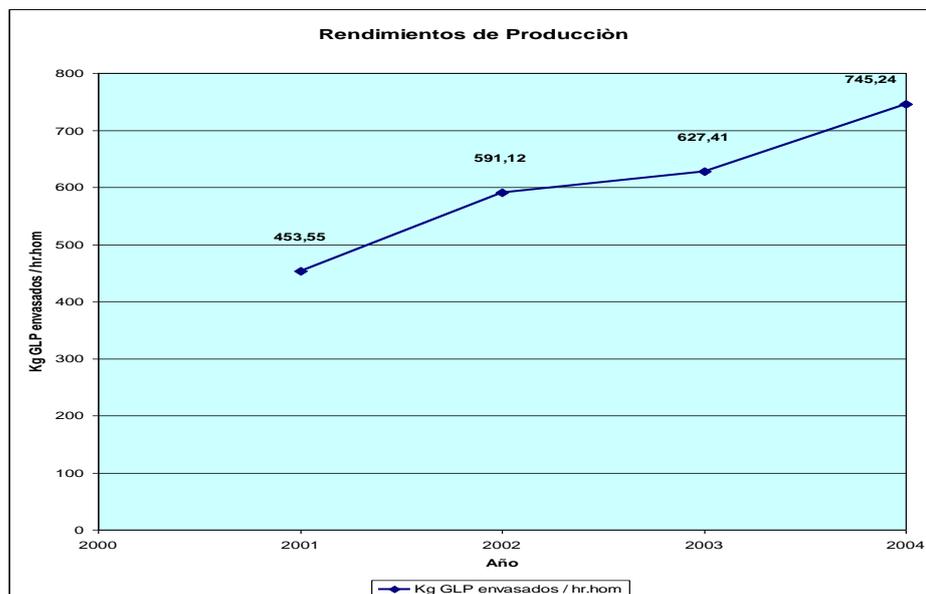


FIGURA 3.2 RENDIMIENTOS DE PRODUCCION

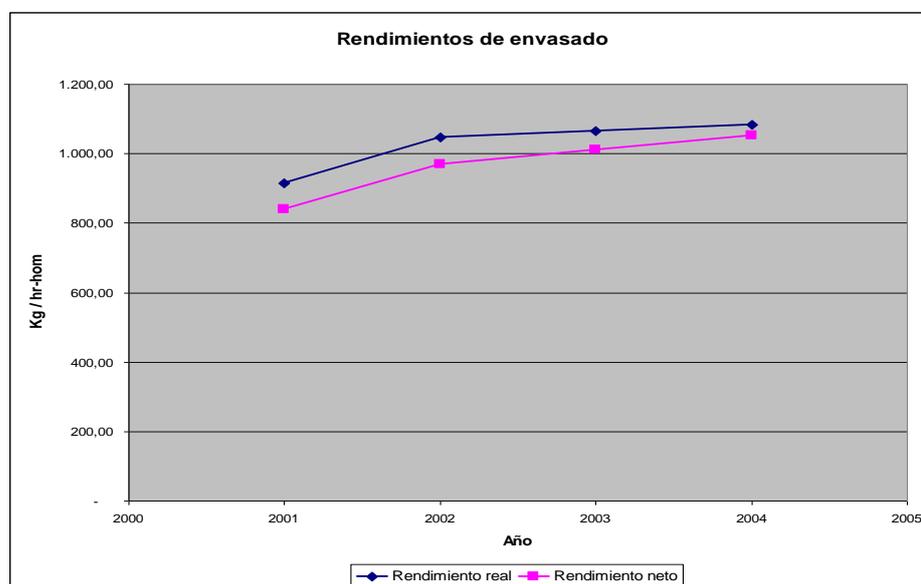


FIGURA 3.3 RENDIMIENTOS REAL Y NETO DE ENVASADO

El rendimiento real está definido por la relación entre los kilogramos de gas envasados por el personal asignado, sin considerar los tiempos muertos.

El rendimiento neto, considera la totalidad del tiempo disponible.

La diferencia entre las curvas de rendimiento real y neto nos grafican los tiempos muertos, según la FIGURA 3.3

En la Tabla 19 se puede apreciar que la diferencia entre el rendimiento real y el neto es menor en el año 2004, comparada con la del 2001, lo que significa que los tiempos muertos disminuyeron de 9.4% a 5.5% del total de horas trabajadas anualmente. Esta tendencia a la baja de los tiempos muertos se puede observar claramente en la FIGURA 3.4

TABLA 19
RENDIMIENTOS DE ENVASADO

Año	Rendimientos		Tiempos muertos
	Real	Neto	
	Kg / hr-hom	Kg / hr-hom	%
2001	915,96	839,66	9,4
2002	1.048,20	969,29	7,7
2003	1.063,99	1.010,34	6,8
2004	1.083,24	1.051,83	5,5

3.2 Ahorros por reducción de personal y sobretiempos

Luego de las mejoras implantadas en esta planta podemos indicar lo siguiente:

En el período del 2001 al 2004 se redujo el número de empleados de 22 a 16, es decir una reducción del 37.5 % y adicional a esto, las horas de trabajo por sobretiempo también se redujeron, ya que antes se laboraba de lunes a domingo y ahora se labora de lunes a sábado, descansando el domingo.

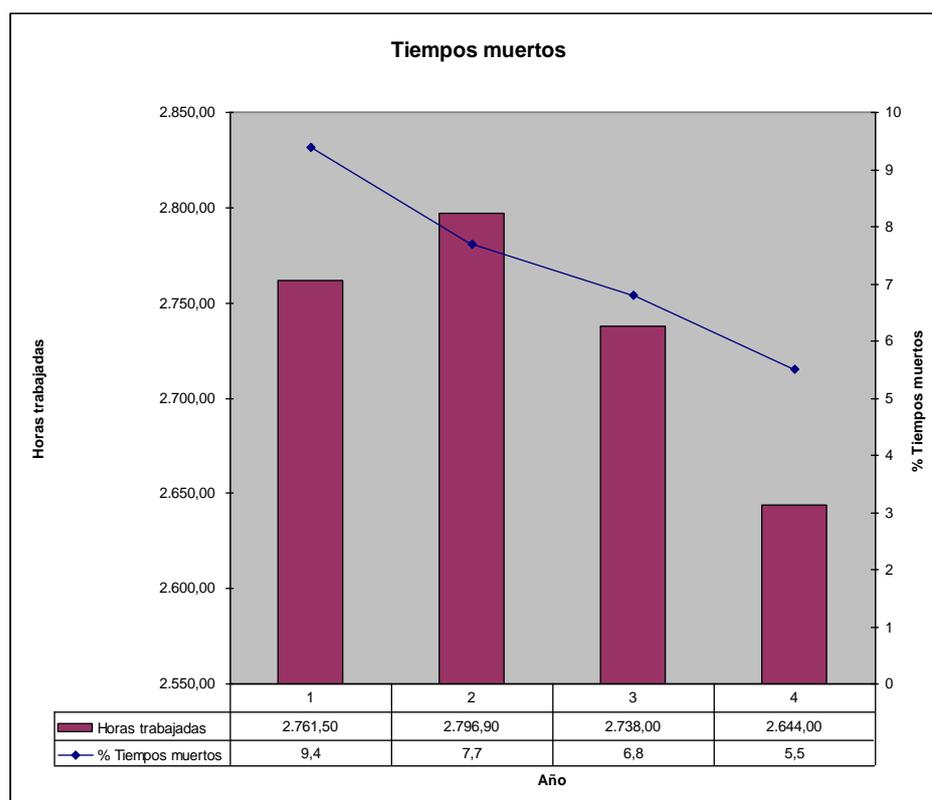


FIGURA 3.4 TIEMPOS MUERTOS

Debido a que se redujeron los costos de producción de 6.75 USD/Ton en el 2001 a 3.54 USD/Ton en el 2004 y como también se redujo el número de empleados de 22 a 16 y la producción se incrementó de 27.554 a 31.527 Ton GLP, los gastos de producción se redujeron de 185.989,50 USD en el 2001 a 111.605,58 USD en el 2004, lo que indica un ahorro del 47.6%, tal como se puede apreciar en la FIGURA 3.5

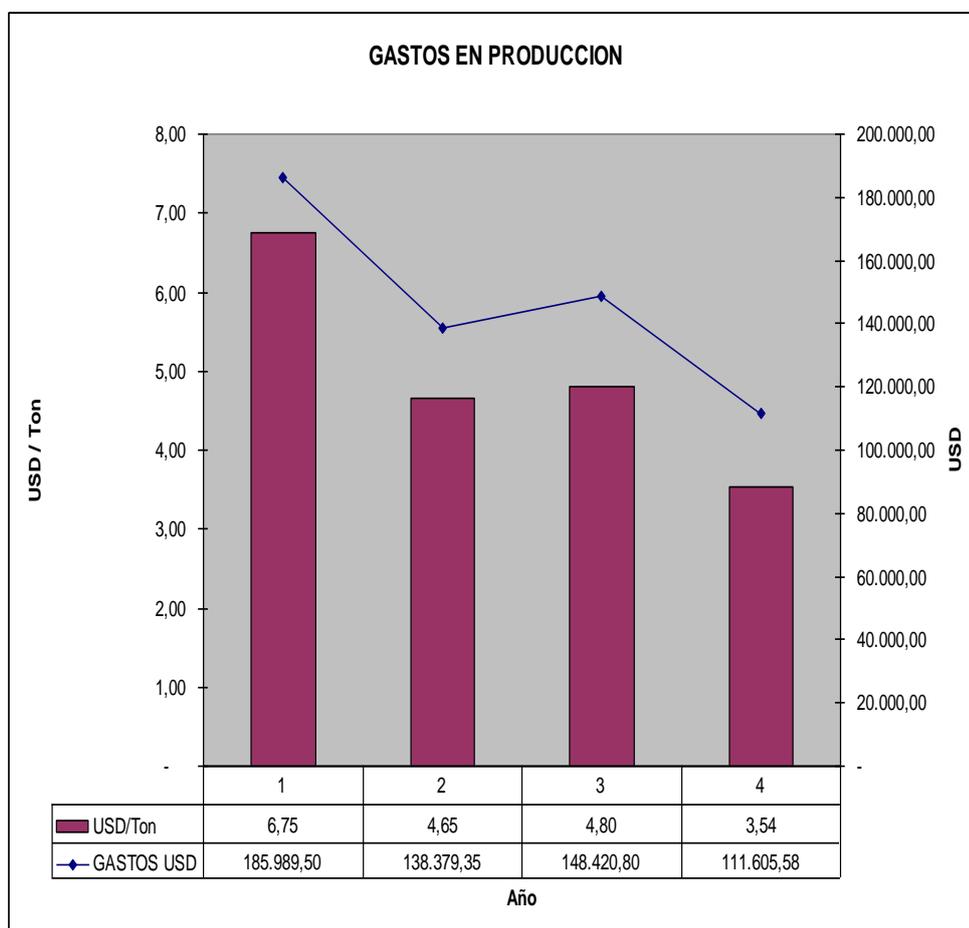


FIGURA 3.5 GASTOS DE PRODUCCION

3.3 Análisis de los índices de frecuencia de accidentes (IF) actuales e iniciales

Duragas por ser una compañía perteneciente al grupo Repsol YPF, entró en un programa de reducción de accidentes, el mismo que tenía como meta llegar a cero accidentes en Planta Montecristi en el 2005.

A raíz del planteamiento del objetivo de reducción a cero accidentes hasta el 2005, se debió aplicar el programa de capacitación en seguridad y medio ambiente a todo el personal. Gracias a que el personal de planta hizo conciencia de su seguridad y de las instalaciones, se logró reducir de 6 accidentes en el 2001 a cero accidentes en el 2004.

Como podemos observar en el gráfico de índice de frecuencia de accidentes, FIGURA 3.6 en el 2001 el IF era de 98.76 y en el 2004 fue de 0, con lo que los accidentes laborales se redujeron de 6 a 0 accidentes en ese mismo período, cumpliendo el objetivo de Duragas en este punto; esto a pesar de la reducción de personal y la reorganización de los puestos de trabajo, lo que indica que actualmente el personal no está siendo sometido a sobreesfuerzo.

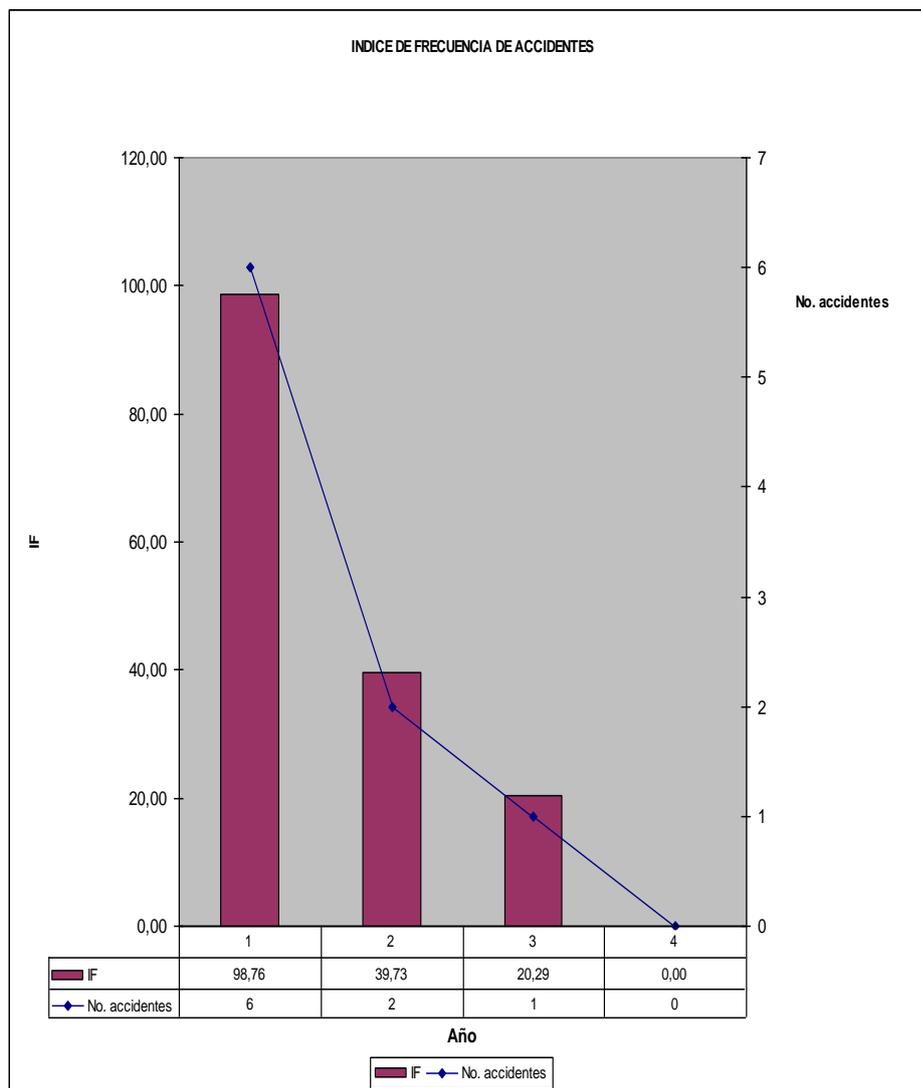


FIGURA 3.6 INDICES DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados del capítulo anterior se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Mejoró el índice de productividad, pasando de 0.148 Ton/USD a 0.282 Ton/USD, valores que se obtienen calculando la inversa del costo de producción por tonelada, lo que significa un incremento del 90.5% en la productividad.
2. Se superó el rendimiento de producción deseado de 705 Kg/hr-hom, ya que en el 2001 era de 453.55 Kg/hr-hom y en el 2004 se llegó a 745.24 Kg/hr-hom.
3. Con respecto a los tiempos muertos, nuestro objetivo era llegar al 3% del total de horas trabajadas; y pasamos de 9.4% en el

2001 a 5.5% en el 2004, si bien es cierto que no se alcanzó el 3%, la tendencia ha sido ha la baja.

4. En lo que tiene que ver a ahorros por reducción de personal y sobretiempos, los gastos se redujeron de 185.989,50 USD en el 2001 a 111.605,58 USD en el 2004, lo que indica que los costos se redujeron 47.6% en ese período.
5. Se alcanzó el objetivo propuesto de 0 accidentes laborales en el 2004 vs. los 6 accidentes registrados en el 2001.

Conclusiones

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que la metodología utilizada en esta tesis nos ha permitido cumplir los objetivos de producción planteados, ya que se logró incrementar la producción y reducir los costos.
2. Se concluye además que solo una correcta administración de los recursos humanos y materiales, mediante procesos eficientes y adecuados procedimientos de control, nos han podido permitir hacer frente a la competencia de otras comercializadoras sin que

Duragas sufra una reducción en su margen de utilidad ni de posicionamiento en el mercado.

3. Podemos concluir también que con la técnica del mejoramiento continuo, hemos podido reducir los tiempos muertos de producción; lo que nos ha permitido ser más eficientes y brindar un mejor servicio a nuestros clientes, ya que se han disminuido también los tiempos de espera en planta de nuestros distribuidores.
4. Con la aplicación de estos programas de capacitación, se observan en los resultados de las auditorias semestrales en SSMA, que el personal de planta está debidamente entrenado y consciente de los riesgos de trabajo a los que está expuesto diariamente, evitando así los accidentes laborales

Recomendaciones

1. Se recomienda cambiar el sistema manual de envasado que actualmente se tiene y utilizar uno como el que existe en la matriz de Guayaquil, en donde se usan carruseles con una producción de 1080 cilindros/hora, con lo que el envasado sería semi - automático.

2. Cargar las plataformas de hasta 966 cilindros de manera transversal en vez de longitudinal, para que el recorrido del carretillero dentro de la plataforma se reduzca de 12 a 2.5 metros.

3. Instalar cadenas transportadoras o de rodillos para el traslado de cilindros desde el muelle de carga hasta las balanzas de llenado y viceversa, para eliminar el transporte manual.