

2010

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ciencias Químicas
Escuela de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN BAJO LA FILOSOFÍA LEAN PRODUCTION
EN EL PROCESO DE ENVASADO DE LA COMPAÑÍA DE ECONOMÍA MIXTA
AUSTROGAS

TESIS

Previa a la obtención del título de:
Ingeniero Industrial

PRESENTADA POR:

José A. Bacuilima.

DIRIGIDA POR:

Ing. Orlando Baquero

CUENCA, marzo 2010



“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

Dedicatoria

A Dios por darme dos maravillosos guías,
mis padres José y Martha;
y la más reconfortante compañía,
mis hermanos: Fabián, Marlene y Viviana.



RESUMEN

El estudio y desarrollo de esta tesis se realizó en la **Empresa de Economía Mixta Austrogas**, dedicada al envasado y comercialización de gas licuado de petróleo (GLP).

En el primer capítulo se realiza una investigación de la situación actual de la empresa, abordando en primera instancia la historia y estructura funcional de la misma, la participación en el mercado nacional del GLP por parte de Austrogas así como de las demás empresas competidoras, estimaciones del crecimiento de la demanda basadas en las ventas y cupos otorgados por Petrocomercial, sin olvidar la descripción y mix del producto, el abastecimiento y tratamiento de la materia prima.

El segundo capítulo trata de la historia, desarrollo, y descripción de la filosofía *Lean producción*, así como de las diferentes herramientas de las que esta hace uso, mapeo del flujo de valor y del mapa de la situación actual así como de la situación futura.

El tercer capítulo detalla el análisis de la capacidad de producción, la variación que se presenta debido al mix de productos, condiciones de los envases, la maquinaria, haciendo uso de las herramientas para la identificación de causas y solución de problemas con el ánimo de reducir los desperdicios presentes en el proceso productivo, que es a lo que apunta la teoría utilizada.

Para concluir con el cuarto capítulo en el que se realizan las conclusiones y recomendaciones, producto del trabajo realizado, que a criterio personal se propone a la empresa.

Palabras clave:

Capacidad de producción; Manufactura esbelta; JIT; GLP



ABSTRACT

The study and development of this thesis was carried out in the **Company of Mixed Economy Austrogas**, dedicated to filling and commercialization of liquefied gas of petroleum (LPG).

In the first chapter it is carried out an investigation of the current situation of the company, approaching in first instance the history and functional structure of the same, the participation in the national market of LPG on the part of Austrogas as well as of the other companies competitors, estimates of the growth of the demand based on the sales and shares granted by Petrocomercial, without forgetting the description and mix of the product, the supply and treatment of the matter prevails.

The second chapter is about the history, development, and description of the philosophy of Lean production, as well as of the different tools of those that it makes use, flow value mapping and the map of the current situation as well as of the future situation.

The third chapter details the analysis of the production capacity, the variation that shows up due to the mix of products, conditions of the containers, of the machineries that it prepares for everything it is of course making use of the tools for the identification of causes and to the solution of problems with the spirit of reducing the present wastes in the productive process that is to what aims the used theory.

To conclude with the fourth chapter in which are carried out the conclusions and recommendations, product of the carried out work that intends to the company to personal approach.

Key words:

Production capacity; Lean Production; JIT; GLP.



“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

Contenido



CONTENIDO

CAPITULO 1	10
1. ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.	11
1.1 Reseña histórica de la empresa AUSTROGAS	11
1.2 Planeación estratégica.	12
1.2.1 Misión	12
1.2.2 Visión	12
1.2.3 Valores institucionales	12
1.2.4 Objetivos globales	13
1.2.5 Política de calidad	13
1.3 Estructura organizacional	13
1.4 Análisis de las fuerzas competitivas (FODA)	15
1.4.1 Mercado Nacional de GLP	17
1.4.2 Demanda de GLP	19
1.4.3 Proyecciones de crecimiento.	22
1.5 Mix de productos.	23
1.5.1 Descripción del producto	25
1.6 Actividad económica.	28
1.6.1 Almacenamiento.....	29
1.6.2 Transporte al Granel.....	30
1.6.3 Envasado	31
1.7 Departamentos CEM Austrogas.	32
1.8 Análisis de registros de ventas y producción.	33
1.8.1 Venta de GLP	33
1.8.2 Envasado de GLP	34
CAPITULO 2	36
2 MARCO TEÓRICO	37
2.1 Capacidad de producción	37
2.1.1 Capacidad teórica.....	37
2.1.2 Capacidad real o demostrada.....	38
2.1.3 Capacidad efectiva o productiva.....	38



2.2	Sistema de producción Lean	40
2.2.1	Fundamentos.....	40
2.2.2	Cadena de valor	41
2.2.3	Los desperdicios (<i>MUDA</i>) y la creatividad desperdiciada	43
2.2.4	Elementos clave.	46
2.2.5	Herramientas lean.	47
2.2.6	Cinco principios de pensamiento <i>Lean</i>	57
2.3	Proyecto del Mapeo de flujo de valor.....	60
2.3.1	Creación del equipo.....	60
2.3.2	Formación del equipo.	61
2.3.3	Mapeo del flujo del valor.....	61
2.3.4	Implementación y evaluación.....	69
2.4	Metodología para identificar y eliminar desperdicios en los procesos de producción.	71
2.4.1	Paso 1: Definición de los problemas del proceso.....	72
2.4.2	Paso 2: Identificación de los desperdicios	72
2.4.3	Paso 3: Eliminación de desperdicios.	73
2.4.4	Paso 4: Medición y evaluación.	74
CAPITULO 3	75
3	APLICACIÓN DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR.....	76
3.1	Introducción.....	76
3.2	Etapas de aplicación de la cadena de flujo de valor.	77
3.2.1	Elección de familia de productos.	77
3.3	Mapa del estado actual.....	78
3.3.2	Valor agregado.	85
3.3.3	Identificación de los tipos de desperdicio.....	87
3.3.4	Identificación de las principales causas.	89
3.3.5	Análisis de las causas de desperdicios.....	92
3.3.6	Costos generados por desperdicios.....	98
3.4	Mapa del estado futuro.....	101
3.4.1	Cálculo del Takt time.	101
3.4.2	Reducción del tiempo de ciclo.	103
3.4.3	Envasado a comercializadoras.....	105



3.4.4	Proceso regulador.	105
3.5	Alternativas de solución basada en el Mapa de estado futuro.....	106
3.5.1	Subutilización de mano de obra en los procesos de hermetizado y sellado.	106
3.5.2	Subutilización de mano de obra y espacio insuficiente.	107
3.5.3	Reproceso en el envasado.	111
3.5.4	Eliminación de muda, mura, muri.....	113
3.5.5	Nivelación del envasado. (Heijunka).....	114
3.6	Herramientas de toma de decisiones.....	115
3.6.1	Elección de la mejor alternativa. Ponderación de factores.	115
CAPITULO 4	120
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
4.1	Conclusiones.	121
4.2	Recomendaciones.	123
REFERENCIAS 5	124
5	Referencias.	125
ANEXOS 6	128
ANEXOS 1.	Flujograma: Recepción y despacho de cilindros	129
ANEXOS 2.	DPO: Envasado de 1 cilindro 15 Kg. “Carrusel”	130
ANEXOS 3.	DPO: Envasado de 1 Cilindro 15 Kg. Balanzas automáticas. ..	131
ANEXOS 4.	Plano: Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS.....	132
ANEXOS 5:	Iconos para el mapeo del flujo de valor.	133
ANEXOS 6:	Entrevistas.....	134
ANEXOS 7:	Entrevistas.....	135
ANEXOS 8:	Encuestas.....	136
ANEXOS 9:	Clasificación de Datos	137
ANEXOS 10:	Clasificación de Datos	138
ANEXOS 11:	Selección de técnica Lean.....	139
ANEXOS 12:	Resultados de la entrevista realizadas en la Planta de envasado AUSTROGAS.....	140
ANEXOS 13:	Medición de tiempos iniciales.	141



ANEXOS 14: Medición de tiempos iniciales.	142
ANEXOS 15: Medición de tiempos iniciales.	143
ANEXOS 16: Medición de tiempos iniciales.	144
ANEXOS 17: Medición de tiempos iniciales.	145
ANEXOS 18: Medición de tiempos iniciales.	146
ANEXOS 19: Medición de tiempos iniciales.	147
ANEXOS 20: Medición de tiempos necesarios.	148
ANEXOS 21: Medición de tiempos necesarios.	149
ANEXOS 22: Número de vueltas en el carrusel por Comercializadora.	150
ANEXOS 23: Tipos de pines por Comercializadora.	151
ANEXOS 24: Tiempos de envasado. Por comercializadora.....	152
ANEXOS 25: Variación del envasado	154
ANEXOS 26: Análisis del Valor Agregado	155
ANEXOS 27: Análisis del Valor Agregado	157
ANEXOS 28: Análisis del Valor Agregado	159



“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

1

ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL



1. ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

1.1 Reseña histórica de la empresa AUSTROGAS ¹



La Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS, ubicada en la Ciudad de Cuenca, sector Chaullabamba, fue constituida el 14 de Septiembre de 1979, con CEPE como accionista mayoritario y 6 socios privados, e inaugurada el 3 de Noviembre de 1985 destacándose hasta la actualidad por ser una empresa que brinda un servicio oportuno y de calidad a sus clientes.

ACCIONISTAS	%
ESTADO	70,28 %
SECTOR PRIVADO	29,72 %
TOTAL	100 %

Fuente: <http://www.austrogas.com.ec>

El 28 de Octubre del año 2002, el Directorio de la empresa, decide aprobar y poner en marcha el Proyecto de Modernización, adquiriendo un equipo de punta para la sección de envasado, con el fin de cubrir la creciente demanda y de seguir brindando un producto de calidad.

¹ <http://www.austrogas.com.ec/inicio.html> 25 octubre de 2008; 9:13



1.2 Planeación estratégica.

1.2.1 Misión

“La misión de AUSTROGAS es maximizar la rentabilidad, ofreciendo excelencia en el servicio, garantía de abastecimiento, calidad y seguridad de nuestro producto, un crecimiento continuo y retribuido a sus empleados, distribuidores, transportistas y un compromiso permanente de contribución a la comunidad.”

1.2.2 Visión

“AUSTROGAS busca ser una empresa que lidere el negocio de Gas Licuado de Petróleo (GLP) en el mercado del Austro, con una importante presencia a nivel nacional, posicionados con estándares de calidad de servicio, de productividad y de rendimiento de capital, altamente eficientes; con personal profesional que enmarcados dentro de los mejores principios éticos y morales liderarán su excelencia personal y de la empresa.”

1.2.3 Valores institucionales

- | | |
|----------------------|---------------|
| ✓ Trabajo en equipo. | ✓ Disciplina. |
| ✓ Responsabilidad. | ✓ Calidad. |
| ✓ Excelencia. | ✓ Apoyo. |
| ✓ Honestidad. | ✓ Lealtad. |
| ✓ Profesionalismo. | ✓ Superación. |
| ✓ Eficiencia. | ✓ Respeto. |



1.2.4 Objetivos globales

- ✓ Incrementar el volumen de envasado.
- ✓ Liderar el mercado local.
- ✓ Acrecentar calidad del producto.
- ✓ Ampliar el volumen de mantenimiento de cilindros.

1.2.5 Política de calidad

“Nuestro compromiso de calidad con la comunidad es el abastecimiento de GLP, aplicando estrictamente las normas de seguridad industrial, cuidado ambiental, excelente servicio y calidad.

La preferencia de nuestros productos y servicios en el mercado se debe a que somos una empresa comprometida con sus clientes y proveedores, por medio de un sistema de calidad, que asegura el peso justo, distribución y suministro oportunos, y el mantenimiento adecuado de cilindros.”

1.3 Estructura organizacional ²

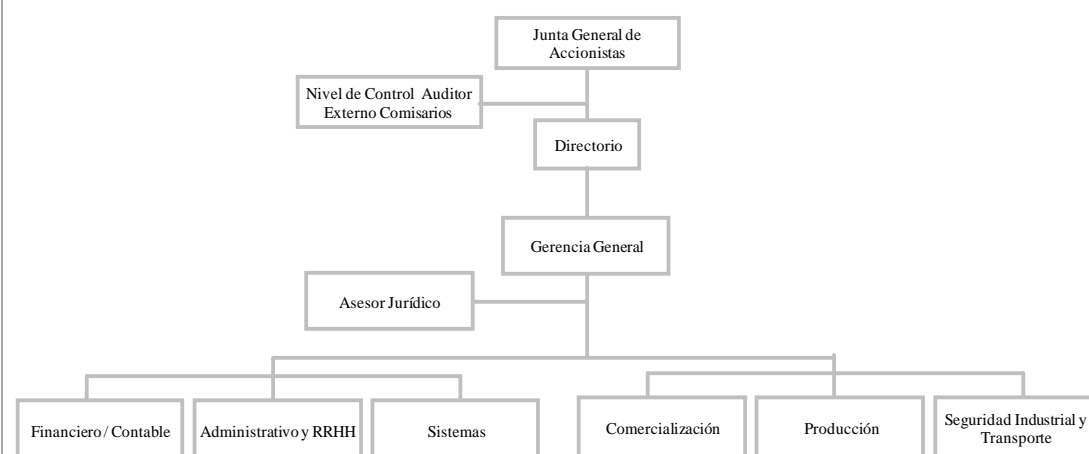
Estructura Orgánico Funcional

Para el cumplimiento de sus funciones C.E.M. AUSTROGAS observa una estructura orgánica integrada por los siguientes niveles administrativos:

² AUSTROGAS, Sistema de Calidad ISO, Manual orgánico y funcional y descripción de funciones.

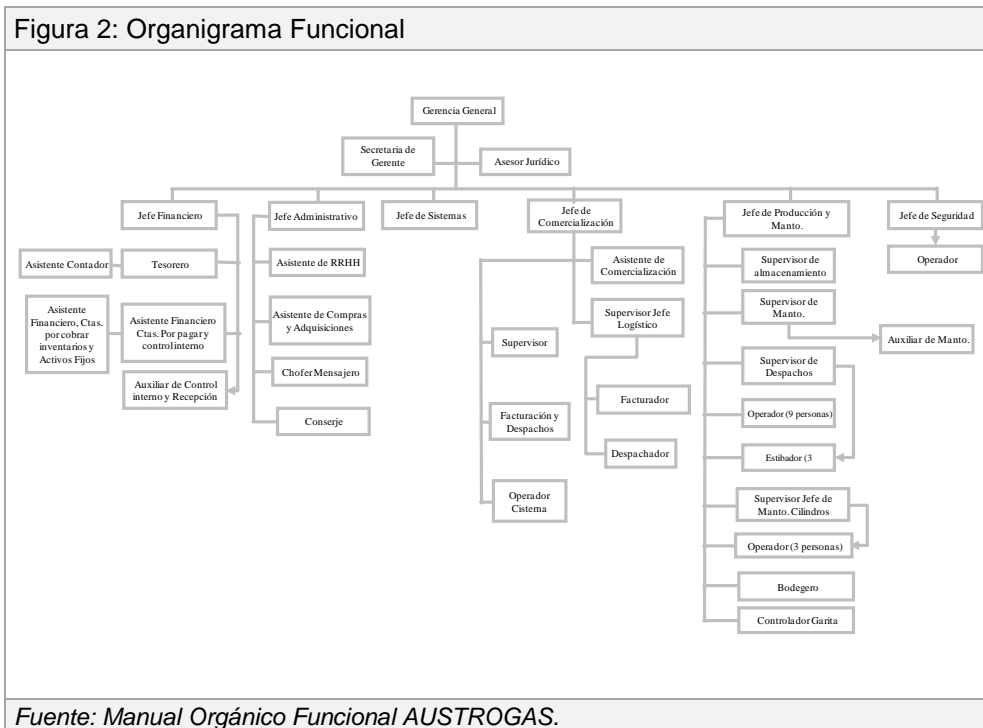


Figura 1: Estructura Orgánico Funcional



Fuente: Manual Orgánico Funcional AUSTROGAS.

- ✓ *Nivel Directivo* – Junta General de accionistas y Directorio
- ✓ *Nivel de Control* – Auditores externos y comisarios.
- ✓ *Nivel Ejecutivo* – Gerencia General.
- ✓ *Nivel Asesor* – Jurídico
- ✓ *Nivel de apoyo* – Financiero-Contable, administrativo y de Recursos Humanos, y, Sistemas
- ✓ *Nivel Técnico u Operacional* – Comercialización, Producción, Seguridad Industrial y Transporte.



La empresa cuenta con 65 empleados en total, distribuidos 35 en la sección administrativa y 30 en sección de Planta.

1.4 Análisis de las fuerzas competitivas (FODA)

FORTALEZAS.

- ✓ Tecnología de punta.
- ✓ Proceso de implementación de ISO 9001:2000
- ✓ Personal profesional.
- ✓ Productos de Calidad.
- ✓ Ubicación estratégica.
- ✓ Estabilidad y buen ambiente laboral.



DEBILIDADES.

- ✓ Espacio físico reducido, para el almacenamiento de cilindros.
- ✓ Alta cantidad de cilindros de otras marcas.
- ✓ Comunicación interdepartamental deficiente.
- ✓ Tiempo de adquisición de repuestos muy largos.
- ✓ Excesos de operaciones y fatigas en la carga y descarga de cilindros.

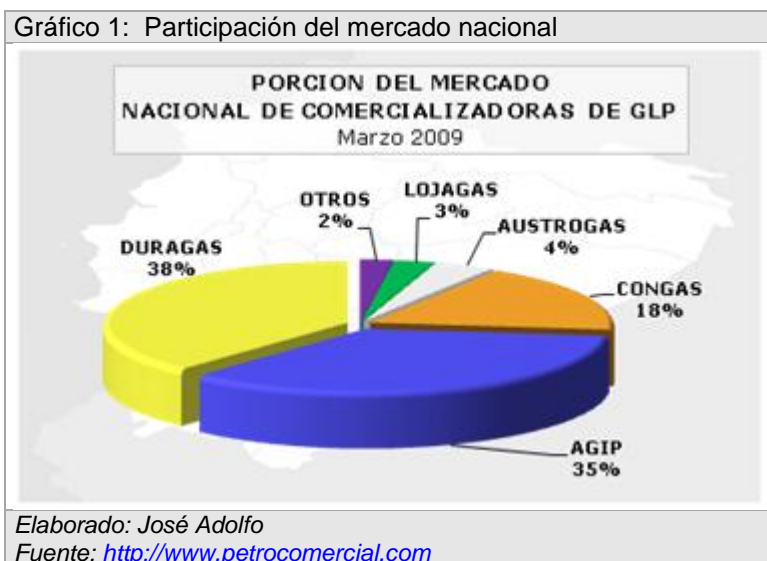
OPORTUNIDADES.

- ✓ Incremento de la porción en el mercado local.
- ✓ Incursión en otras ciudades en la comercialización de GLP al granel

AMENAZAS.

- ✓ Acaparamiento de nuestros cilindros por parte de otras empresas.
- ✓ Posible instauración de otras plantas envasadoras en Cuenca, debido al Proyecto del Poliducto Pascuales-Cuenca.

1.4.1 Mercado Nacional de GLP



Es de mucha importancia tener una perspectiva del mercado nacional de GLP, en lo que se refiere a: variaciones de la demanda anual, participación de las distintas empresas envasadoras (gráfico 1), nuestra situación frente a la demanda y de igual forma la evolución de la comercialización, para así estimar un pronóstico de ventas con el fin de planificar una producción y conocer si estamos o no en la capacidad de satisfacer posibles demandas.

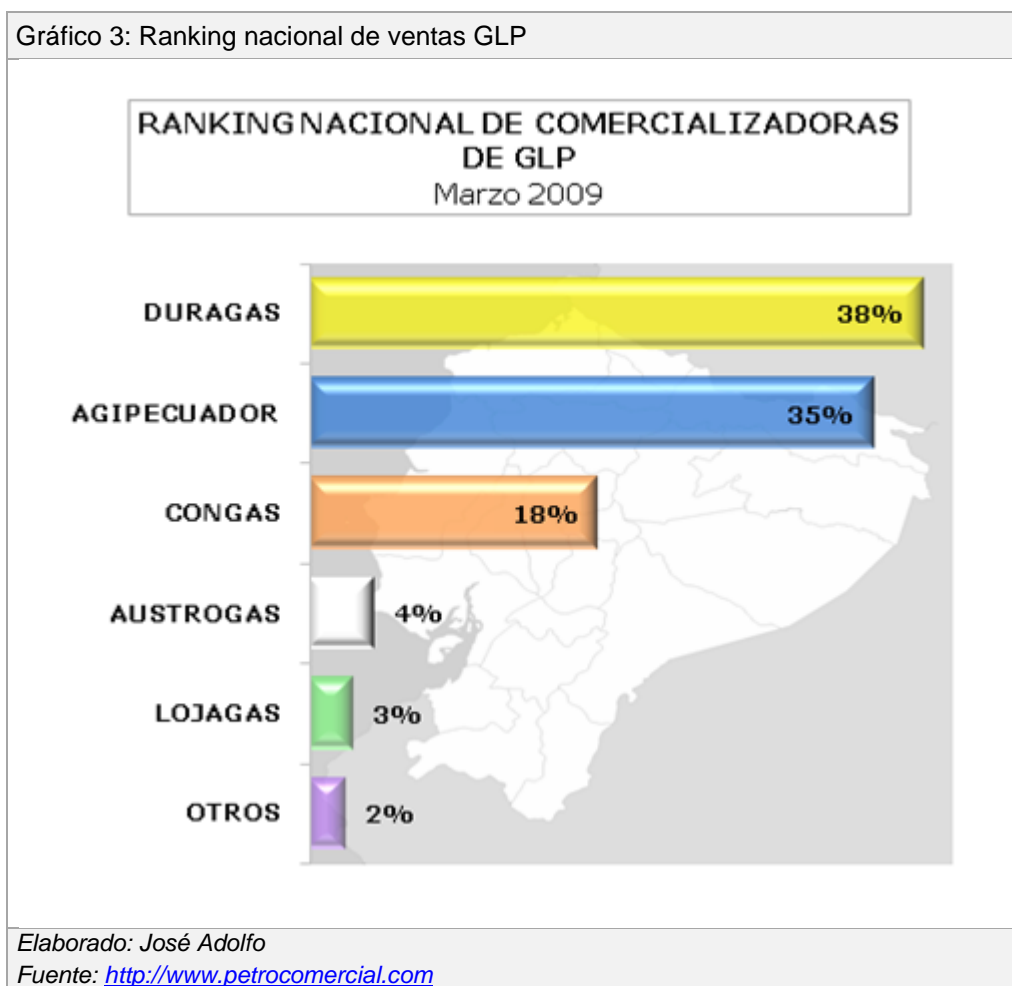
Gráfico 2: Mapa de Plantas de envasado GLP a nivel nacional





De acuerdo a los datos obtenidos en la página de Petrocomercial se ha determinado que las empresas DURAGAS, AGIPECUADOR, CONGAS, se encuentran liderando el mercado nacional con el 38, 35 y 18 por ciento respectivamente, seguidos por nuestra empresa, AUSTROGAS, con un 4%, LOJAGAS con el 3% y un 2% restante repartido en otras envasadoras (MEDOGAS, GASGUAYAS, KINGAS, Petrocomercial) (Gráfico 3).

Gráfico 3: Ranking nacional de ventas GLP





1.4.2 Demanda de GLP

La demanda promedio de GLP en el Ecuador, durante los años 2005–2008, es de alrededor de 950.000 toneladas, presentándose variaciones porcentuales de 4, 15 y -6% en los años 2006, 2007 y 2008 respectivamente ⁽³⁾. Según la DNH (dirección Nacional de Hidrocarburos) el 97% se destina al consumo doméstico mientras el 3% restante al sector industrial, lo que se puede justificar por el subsidio del gas doméstico, con un costo de 1,60 USD. el cilindro de 15 Kg. (0.10667 USD/Kg.), mientras el precio internacional sería de 7,20 USD por el mismo cilindro de 15 Kg. (0.479998 USD/Kg.) (*Vigencia del 30 de Abril al 06 de Mayo, Portal Petrocomercial*). En cuanto a la demanda no se debe pasar por alto que dentro de estas se incluye el contrabando del hidrocarburo hacia países vecinos en donde se comercializa el GLP a un mayor precio, como son Colombia (7 USD) y Perú (15 USD) convirtiéndose en un negocio lucrativo de entre el 346% y del 838% respectivamente.⁴ “Utilizando la información contenida en la *Encuesta de Condiciones de Vida* realizada por el INEC a 13.581 hogares en el 2006, se determinó que el 65% de la oferta total de gas se destina a cocina, el 3% a calefón, el 5% a otros usos como vehículos, negocios del hogar y piscinas, y el 27% constituiría el desvío de los cilindros subsidiados.”⁵ (*Gráfico 4*)

³ <http://www.petrocomercial.com> 07 abril 2009 14:43

⁴ <http://www.multimedios106.com/home/contenidos.php?id=172&identificaArticulo=15363> 08 abril 2009 19:39

⁵ <http://www.multimedios106.com/home/contenidos.php?id=172&identificaArticulo=15363> 08 abril 2009 19:39

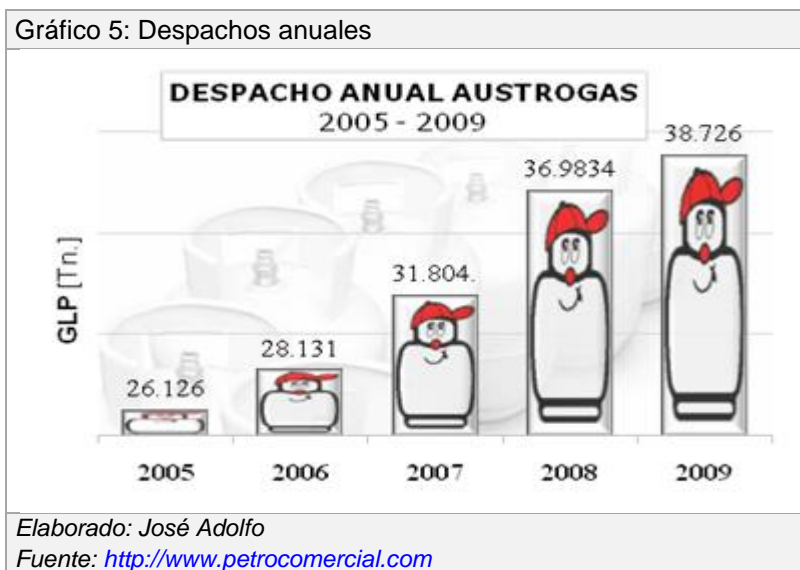


Actualmente de acuerdo con el Plan de Soberanía Energética (PSE), los volúmenes y cupos de GLP son asignados según las ventas realizadas y justificadas, las variaciones de la demanda y las restricciones para evitar el contrabando del hidrocarburo, además se ha dividido en cinco grupos: ⁶

- ✓ doméstico,
- ✓ industrial comercial,
- ✓ agroindustrial,
- ✓ vehicular y de
- ✓ beneficencia social.

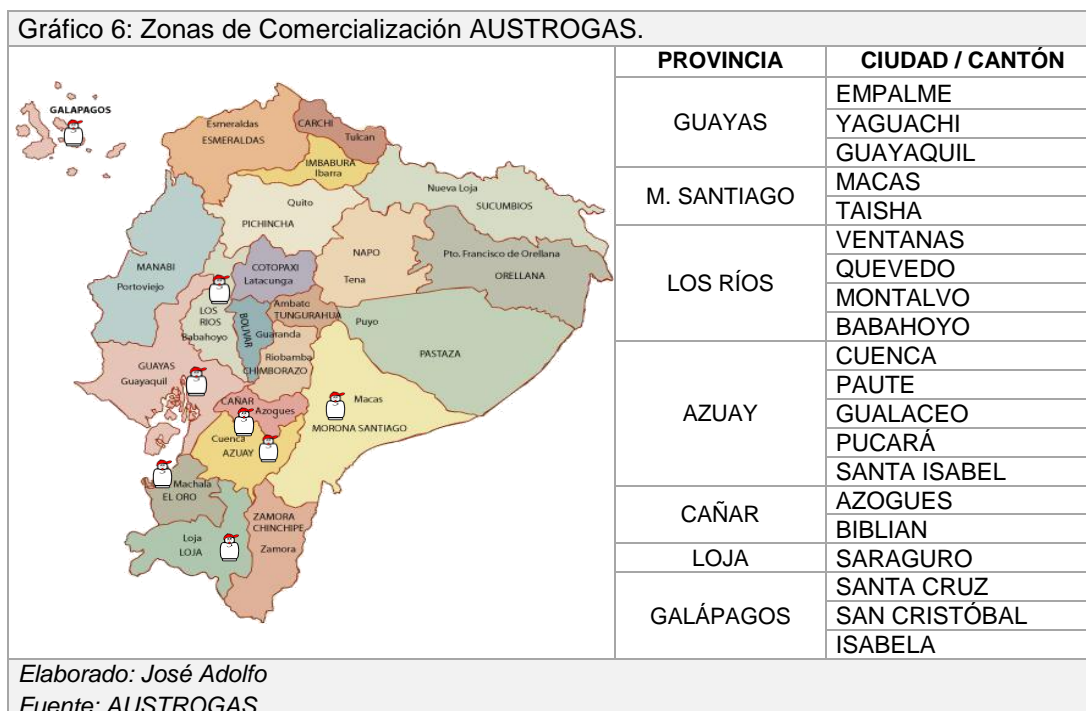
⁶ <http://www.ecuadorinmediato.com/noticias/95340> 07 abril 2009 13:02

Gráfico 5: Despachos anuales



AUSTROGAS comercializa GLP en la provincia de El Azuay, principalmente en la ciudad de Cuenca y en menos cantidad en otras provincias de El Ecuador (Gráfico 6). En comparación con las variaciones de las demandas nacionales, la empresa ha presentado incrementos en la venta total de GLP durante los años 2005-2009, como se puede apreciar en el gráfico 5, en donde se puede observar una variación en cada periodo del 8, 13, 16, y 4 por ciento, respectivamente.

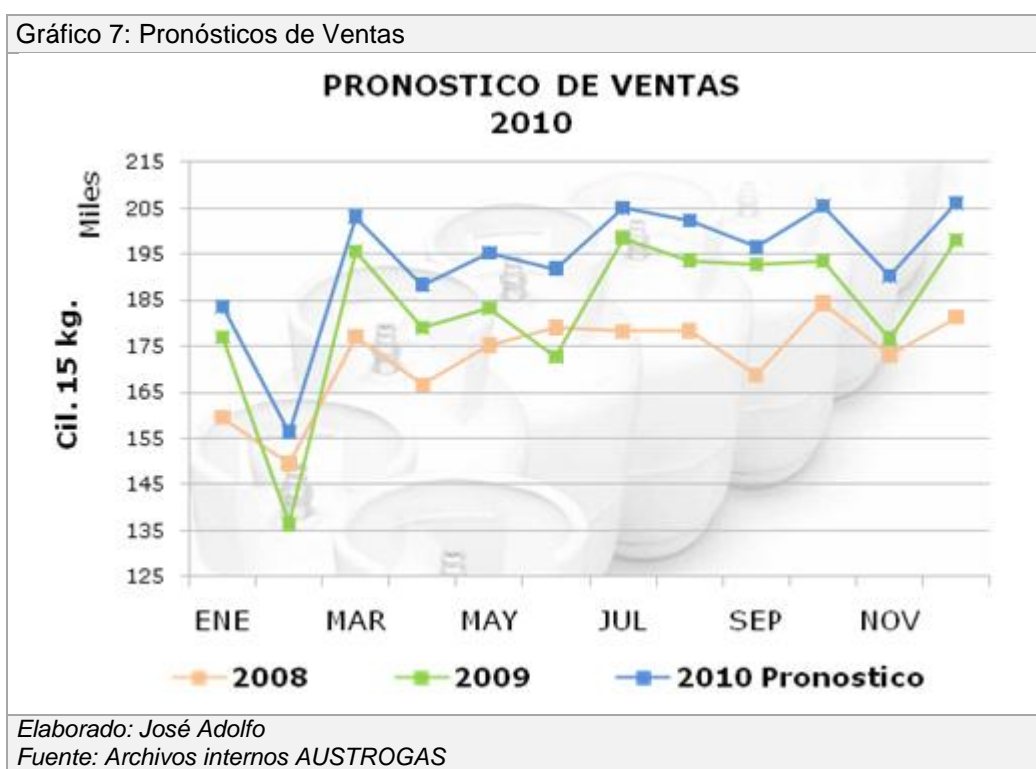
Gráfico 6: Zonas de Comercialización AUSTROGAS.





1.4.3 Proyecciones de crecimiento.

De acuerdo a las ventas mensuales realizadas en los años 2008 y 2009, es posible y de suma importancia establecer un pronóstico de ventas, con el fin de establecer una estimación del futuro consumo de GLP, lo que ayudará a la planeación de los distintos departamentos de la empresa, y específicamente a conocer si se dispone de la capacidad suficiente que exige la potencial demanda. (Gráfico 7).



Para el pronóstico se utilizó el *Modelo multiplicativo de Winters*, el cual toma en cuenta: porciones constantes, tendencias y estacionalidades; características que un buen modelo debe considerar.

De acuerdo a los pronósticos se obtienen, a modo de resumen del *tabla 2*, los siguientes resultados:



	TONELADAS ENVASADAS. CILINDROS 15 kg.		
	2008	2009	2010 PRONÓSTICO.
Toneladas	32.967	34.293	35.627
% incremento		4,0 %	3,9 %

Elaborado: José Adolfo
Fuente: Datos internos Austrogas

1.5 Mix de productos.

El proceso de envasado se realiza a cilindros de diferentes capacidades; 3, 5, 10, 15 y 45 kg y además de diferentes empresas (Tabla 3) según el *Decreto Ejecutivo 2282* (Art. 45 y 46; Gustavo Noboa Bejarano), estos cilindros son en un principio receptados, acumulados y luego transportados por parte de las distribuidoras privadas de Cuenca, una vez que se encuentran en la Planta envasadora de Austrogas se procede al llenado de GLP en el carrusel y/o Balanzas automáticas.

Empresa	Peso [Kg.]				
	3	5	10	15	45
AGIPGAS				x	x
AUSTROGAS	x	x	x	x	x
CONGAS				x	x
DURAGAS					

Elaborado: José Adolfo

Gráfico 8: Estructura de ventas



Elaborado: José Adolfo

Fuente: Datos internos Austrogas

Los cilindros de la Empresa DURAGAS no se los envasa pero son almacenados dentro de nuestras instalaciones, hasta que se realice el debido intercambio por parte de la empresa DURAGAS o AUSTROGAS. La posesión de cilindros amarillos equivale exactamente a la pérdida de cilindros disponibles para el envasado; y además ocasiona la utilización de espacio físico, sumado al recurso humano para su supervisión. Se observa un incremento del 16% del stock de cilindros amarillos entre los meses de enero y septiembre de 2009 (Gráfico 10)

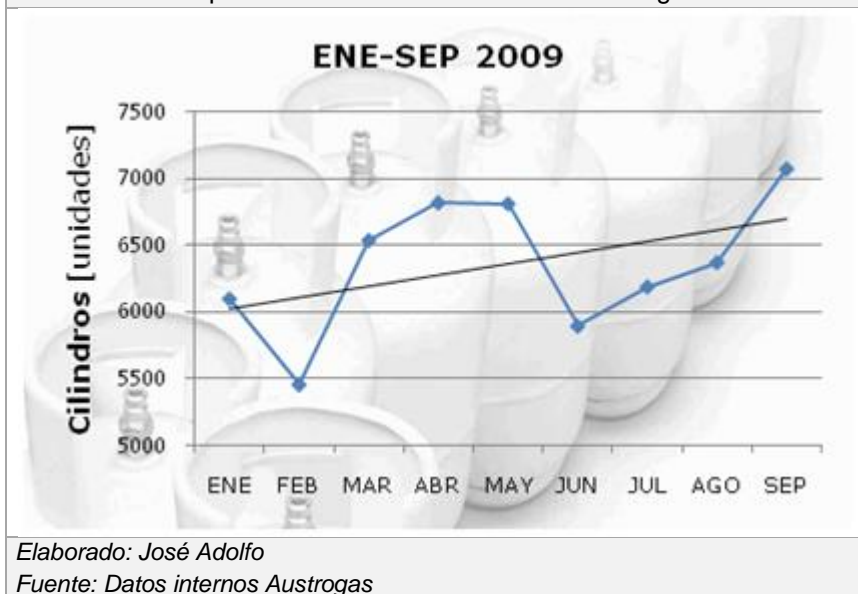
Gráfico 9: Stock cilindros DURAGAS 15 Kg.



Elaborado: José Adolfo



Gráfico 10: Comportamiento cilindros DURAGAS 15 Kg.



1.5.1 Descripción del producto ⁷

¿Qué es el GLP? ⁸ Gas Licuado de Petróleo, pertenece a la familia de los hidrocarburos y se pueden presentar solos o mezclados siendo los más comunes Propano (C_3H_8) y el Butano (C_4H_{10}), entre sus características citamos:

- ✓ Insípido,
- ✓ Incoloro,
- ✓ Inodoro,
- ✓ No corrosivo,
- ✓ No tóxico, pero presenta riesgos a inhalarlo, en espacios reducidos desplaza a aire y se vuelve asfixiante,
- ✓ A temperaturas normales y presiones no muy altas se conserva líquido pero se vaporiza muy fácilmente,
- ✓ Cuando se mezcla con la cantidad adecuada de aire, mas una fuente de ignición hace combustión.

⁷ ASTROGAS, Sistema de Calidad ISO, Documentos externos, Registro oficial N° 449

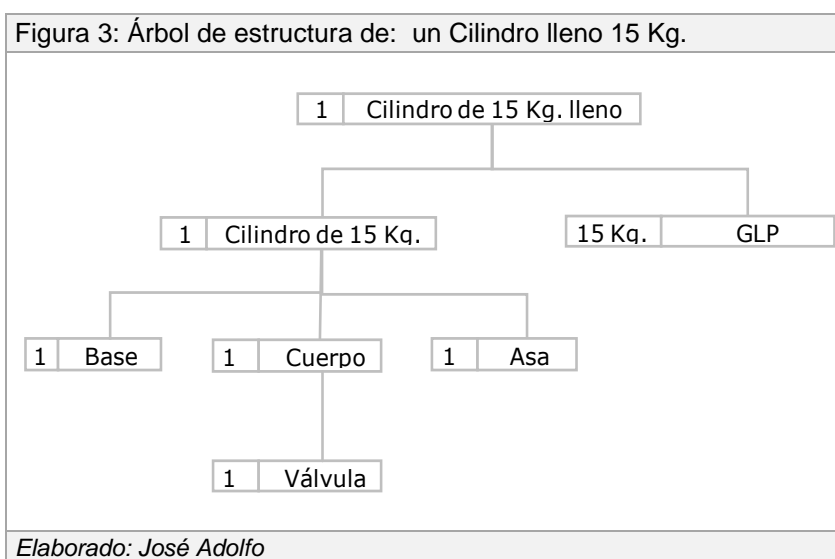
⁸ Fundación SIMA Seguridad Integral y Medio Ambiente



El cilindro de AUSTROGAS se lo identifica, a más del nombre en alto relieve, con el color “blanco hueso”, siendo este un distintivo de calidad y buen servicio. El contenido real del GLP en los cilindros es regulado por la Dirección Nacional de Hidrocarburos (DNH), basándose en el registro oficial N°. 449. (emitido por el Ing. Gustavo Noboa, decreto 2282) respecto al peso del gas establecido para su capacidad, con las siguientes tolerancias máximas:


Capacidad del cilindro (Kg.)	Tolerancia (+/-)
45	1 %
15	2.5 %

Fuente: AUSTROGAS, Sistema de Calidad ISO, Documentos externos Registro Oficial No. 449



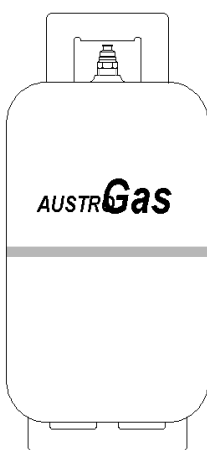
Las dimensiones de los cilindros son normalizadas de acuerdo al INEN (Instituto Nacional de Estandarización y Normalización) estableciendo las tolerancias de cada elemento que constituye el envase que contendrá el GLP (Figura 4).

Figura 4: Dimensiones y especificaciones Cilindro para GLP 15Kg.

	Elemento	Dimensiones	Tolerancia [mm]
	Cuerpo	De: 32,15 cm. h: ~ 47,6 cm. e: 2,5 – 2,7 mm Cap: 107,1 dm³ – 109,5 dm³	± 3,5
	Base	85-95 % del diámetro nominal del cilindro h ~ 60 mm. e: 2 mm.	± 0.2
	Asa	De: 200 mm. h: 110 mm. e : 2,0 mm.	± 5 ± 2 ± 0.2
		De: Diámetro exterior h: altura e: espesor Cap: Capacidad	

Elaborado: José Adolfo
Fuente: Norma NTE INEN 111: 1998

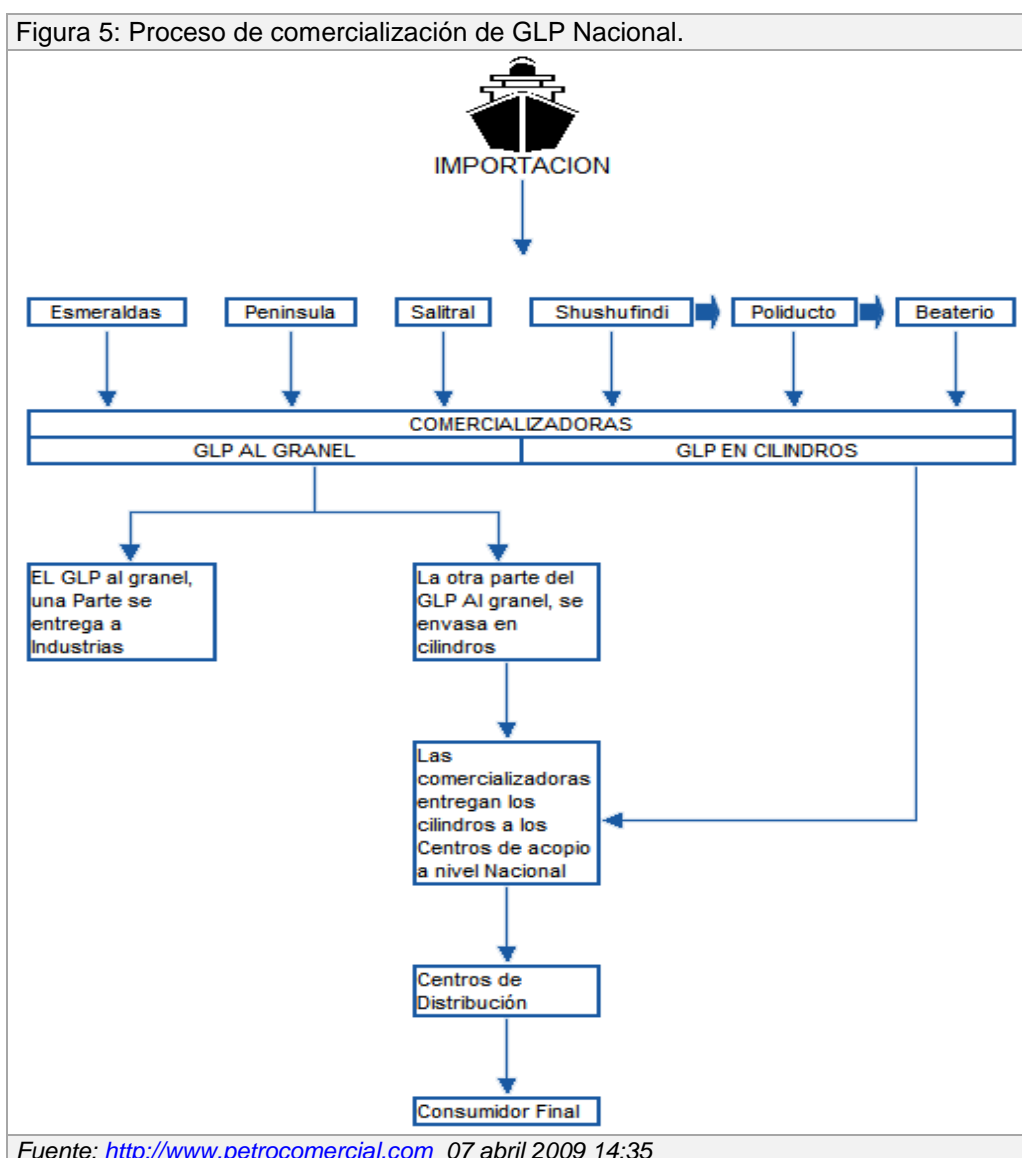
Figura 4.1 Seguridad de Cilindro para GLP 15Kg.

	Descripción	Pruebas / Presión
	Presión de envasado	80 a 110 Psi. (0,55 a 0,76 MPa)
	Pruebas de fabricación	Prueba de rotura: 4,9 MPa
	Pruebas de fabricación, envasado, mantenimiento	Prueba de estanqueidad: 100 Psi Prueba hidrostática: 3,5 MPa

Elaborado: José Adolfo
Fuente: Norma NTE INEN 327;111112; 113 : 2143

1.6 Actividad económica.

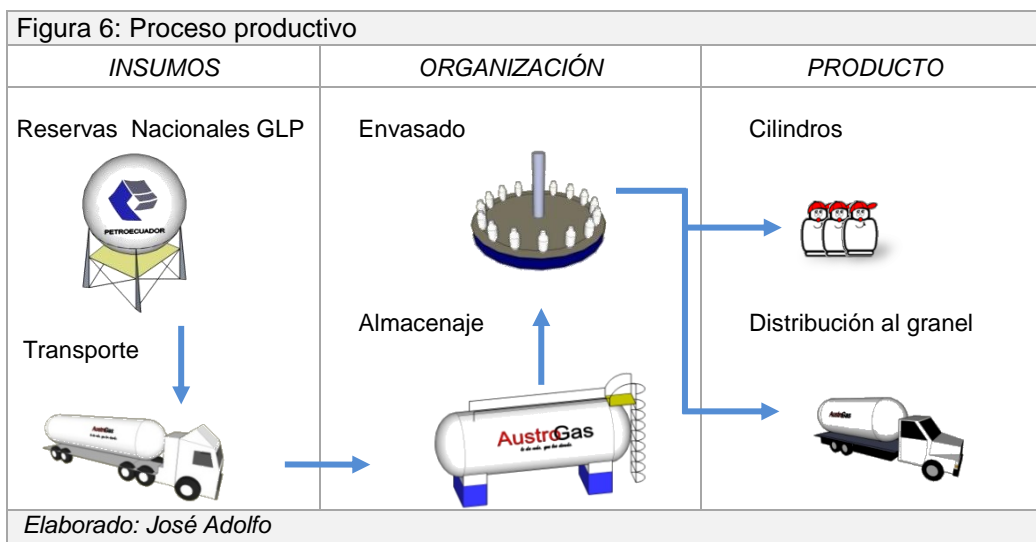
La empresa Estatal Petroecuador está encargada de la comercialización del GLP en El Ecuador, tomando en cuenta que el 20% de la oferta se refina en el país mientras la diferencia del 80% es importado (Venezuela, Chile, y Perú) para satisfacer la demanda, Ecuador es el segundo más grande importador de GLP en Latinoamérica.^{9,10} Petrocomercial se encarga del despacho a la diferentes comercializadoras y estas a su vez al consumidor final. (Figura 5).



⁹ <http://www.multimedios106.com/home/contenidos.php?id=172&identificaArticulo=15363> 08 04 2009 19:39

¹⁰ <http://www.vistazo.com/webpages/imprensa.php?edicion=971&SID=1> 08 04 2009 20:11

Dentro de este proceso se encuentran las comercializadoras (AGIPGAS, DURAGAS, CONGAS, AUSTROGAS, entre otras) que hacen posible la entrega de GLP ya sea mediante el transporte al granel (destinado a Industrias, empresas de servicios y entidades educativas), y también a través de cilindros (destinado al consumo doméstico e industrial) (Figura 6)



1.6.1 Almacenamiento.

La Compañía de Economía Mixta Austrogas se encarga del transporte desde la reserva más cercana (El salitral) hasta sus instalaciones para almacenarlo en 8 tanques estacionarios con una capacidad total de 480 toneladas (fotografía 1), que le permiten garantizar la disponibilidad del hidrocarburo, para aproximadamente un poco más de 2 días de distribución a los diferentes sectores del Azuay.

Fotografía 1: Tanques estacionarios Austrogas.



Elaborado: José Adolfo

1.6.2 Transporte al Granel

La Compañía dispone de auto-tanques (Fotografía 2) que realizan permanente el transporte y suministro de G.L.P. al granel en diferentes sectores de Cuenca y además en la actualidad desde la sucursal de Ventanas (Provincia de Los Ríos), en los sectores de Los Ríos, Guayas, Quevedo, Babahoyo entre otros.

Fotografía 2: Auto-Tanque Austrogas.



Elaborado: José Adolfo



1.6.3 Envasado

Este proceso inicia con la *recepción* de los cilindros, en la que se verifica la cantidad de cilindros para luego pasar a la *sección de envasado*, en esta parte los envases son seleccionados y separados de los que presenten daños visibles (en: asas, bases, cuerpo del cilindro) para ser trasladados a la *sección de mantenimiento*. (**Anexo 1**). El resto sigue el **proceso de envasado** (**Anexos 2 y 3**), cumpliendo con las especificaciones legales vigentes, manteniendo un control permanente de los envases despachados. El Carrusel de envasado, utiliza elementos indispensables para su normal funcionamiento como son: un grupo de dos bombas que transportan el GLP desde los tanques estacionarios hacia el carrusel (50 y 40 Hp), y además de un compresor que da la fuerza neumática a todo el sistema (40Hp).

Fotografía 3: Sistema de llenado Austrogas.



Fuente: <http://www.austrogas.com.ec/inicio.html>

1.7 Departamentos CEM Austrogas.

La Empresa cuenta con secciones y/o departamentos de: Administración, (Edificio de Administración y de Planta), envasado, mantenimiento de cilindros, bombas y compresores, bombas contra incendios, generación de energía, bodega, y un área de almacenaje de GLP, en donde se encuentran 8 tanques estacionarios con una capacidad de 48 Tn. de GLP. (**Anexo 4**).



La sección de envasado cuenta con un sistema automático de llenado “Carrusel” (Fotografía 4), y un sistema estacionario de 5 “*balanzas electrónicas*” siendo ambos sistemas necesarios para satisfacer la demanda de cilindros, el primer sistema posee 24 balanzas electrónicas y como complemento un conjunto de cadenas transportadoras que agiliza el proceso y evita el traslado manual de los cilindros hacia o desde el carrusel.



1.8 Análisis de registros de ventas y producción.

1.8.1 Venta de GLP

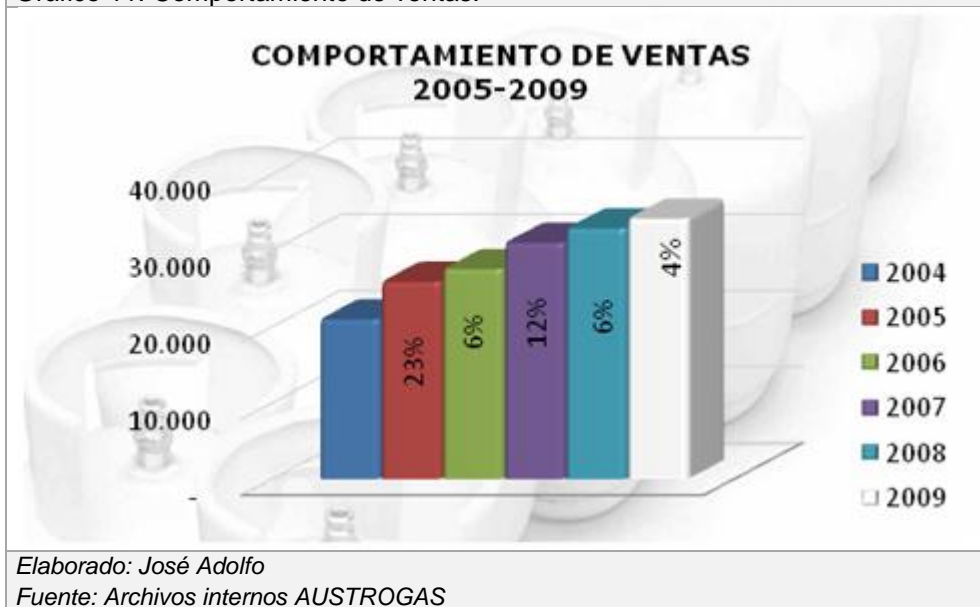
De acuerdo a los datos proporcionados se puede notar un continuo incremento de ventas de G.L.P, este análisis es importante para prever o conocer qué año a año, evidentemente las ventas tienden a incrementarse (Gráfico 11), y debido a este incremento es necesario aumentar en la misma medida la capacidad de producción.

Tabla 5: Ventas 2004 - 2008.

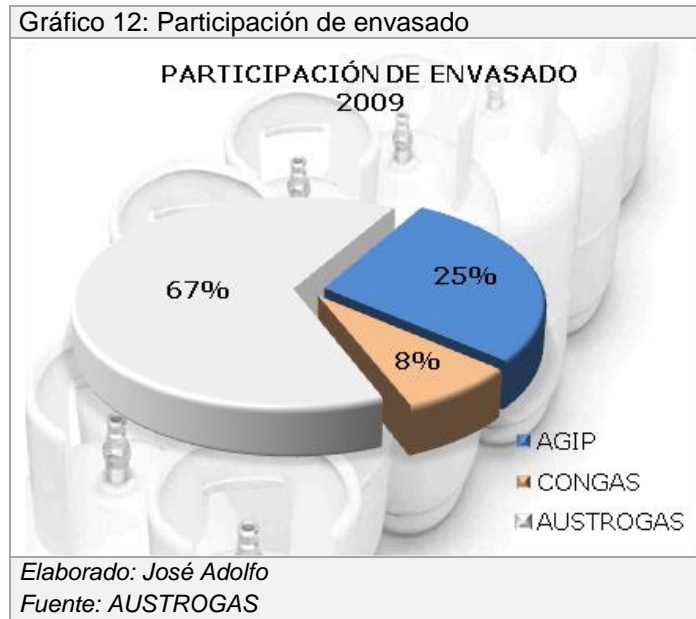
	VENTAS. CILINDROS 15 kg.					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Toneladas G.L.P.	21.029	25.965	27.637	31.075	32.967	34.293
% incremento		23%	6%	12%	6%	4 %

Elaborado: José Adolfo
Fuente: Archivos internos AUSTROGAS.

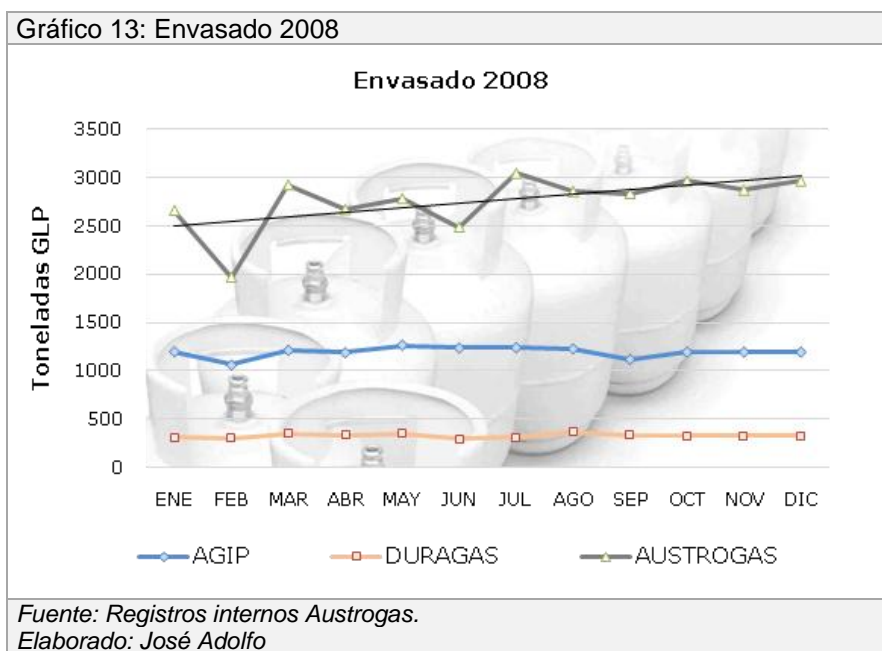
Gráfico 11: Comportamiento de ventas.



1.8.2 Envasado de GLP



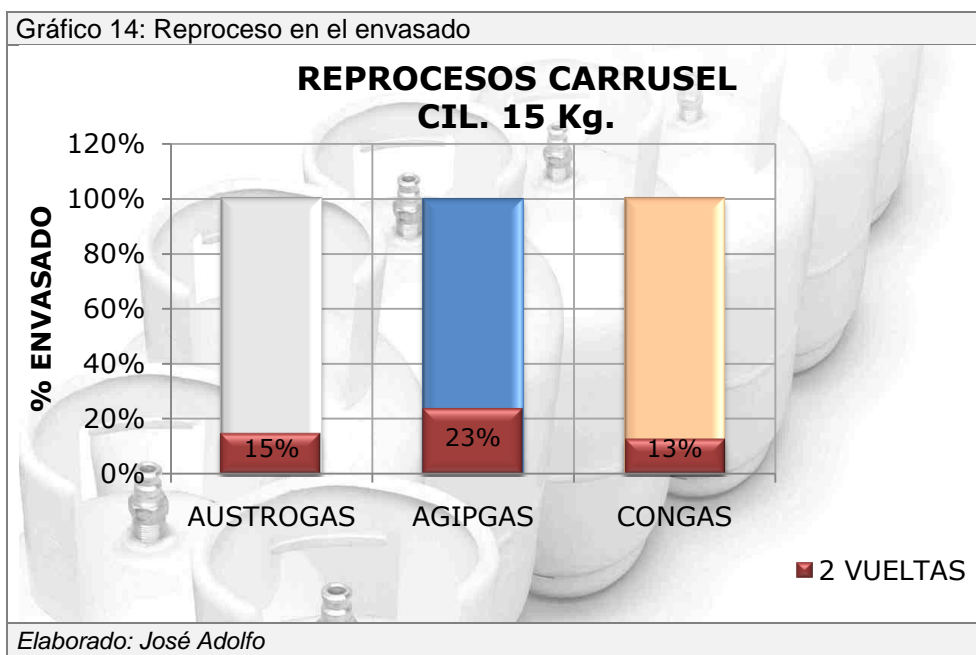
Es necesario conocer la capacidad actual de la empresa Austrogas para estar al tanto de que si será posible o no satisfacer las demandas futuras con el equipo actual. Como ya se anotó no sólo se envasan cilindros de Austrogas sino también de otras comercializadoras; como se puede apreciar en el gráfico 12 y 13.





Podemos observar en el *gráfico 13* un incremento en el envasado de cilindros pertenecientes a *Austrogas*, en un 12% en el transcurso del 2008 (consecuencia del aumento de ventas) y con un porcentaje de participación del 64%; mientras que el envasado de cilindros de *Agip* y *Congas* permanecen constantes, con el 28% y 8% de participación de envasado respectivamente.

Según ingresen en el carrusel los cilindros de las diferentes comercializadoras se ha notado que la capacidad de producción varía (*Gráfico 14*), debido al reproceso, entendiéndose como reproceso a la situación que se presenta cuando los cilindros no logran llenarse en una vuelta, (calibrados en 70,1 segundos en el momento de realizar el presente estudio), siendo necesaria una vuelta adicional, disminuyéndose el número de cilindros que ingresan al sistema automático de llenado.





“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

2

MARCO TEÓRICO



2 MARCO TEÓRICO

2.1 Capacidad de producción

*“Capacidad productiva es la producción máxima posible en un periodo dado (o el volumen de elaboración de materia prima) en la nomenclatura y la calidad demandados por los cliente, utilizando plenamente, en correspondencia con el régimen de trabajo normado, los equipos y las áreas de producción”*¹¹

La capacidad de producción es un elemento clave en la gestión de la empresa, que permite establecer el nivel de cumplimiento actual con los clientes y además permite tomar medidas relacionadas directamente con la demanda, para lograr satisfacerla y así determinar posibles inversiones futuras enfocadas el mejoramiento de la empresa.

El exceso como la deficiencia de capacidad implica problemas en el proceso; demasiada capacidad da lugar a tiempos ociosos, utilización deficiente del equipo; mientras poseer poca capacidad ocasionaría pérdida de ingresos, insatisfacción de los clientes, tiempo extra, y problemas para programar la producción.¹²

2.1.1 Capacidad teórica

Es el volumen de producción que se lograría obtener, al operar la jornada completa, en condiciones ideales. Siendo la unidad de medida: la unidad física de producción sobre una unidad de tiempo (cilindro/hora; cilindro/día; etc.)¹³, o lo que sería igual al tiempo estándar (te) .

¹¹ <http://www.elprisma.com/apuntes/curso.asp?id=10256> ; Gestión de las capacidades en los sistemas logísticos; La Habana; 2002

¹² MEREDITH. JACK R.; Administración de operaciones; Limusa 1986; Págs. 422-423

¹³ PAREDES R., JORGE; Planificación y control de la producción; 8vo ciclo



2.1.2 Capacidad real o demostrada

Se refiere al volumen de producción realmente alcanzado, producto de diversas situaciones *planeadas inevitables* (mantenimiento preventivo, control de calidad, entre otras), se obtiene al aplicar a la capacidad teórica la eficiencia y factor de utilización.¹⁴

2.1.3 Capacidad efectiva o productiva.

Resulta de reducir a la capacidad real las *pérdidas evitables* (mantenimiento correctivo, falta de material, ausentismo, defectos, etc). Es lo que en realidad se produce para la venta.¹⁴

2.1.3.1 Factor de utilización, *U*.

Ya que no es posible utilizar al cien por ciento el tiempo, se calcula el *factor de utilización U*, que es el resultado de de dividir el tiempo real utilizado (número de hora realmente utilizadas, *Nhr*) y el tiempo total disponible (número de horas productivas, *Nhp*).

$$U = \frac{Nhr}{Nhp}$$

Ecuación 1: Factor de utilización

2.1.3.2 Factor de eficiencia, *E*.

Este factor muestra la forma en que un recurso o individuo no realiza el trabajo de la misma manera, ya que las maquinarias realizan la operación en diferentes condiciones de funcionamiento y en cuanto al operario cada uno posee habilidades, conocimientos, y destrezas diferentes.

Una vez determinados los factores de ajuste, se calcula una medida de tiempo homogénea basada en *U* y *E* que se llama **hora estándar (he)**.



$$Nhe = Nhr \cdot U \cdot E$$

Ecuación 2: Número de horas estándar

Siendo:

Nhe = Número de horas estándar

Nhr = # turnos · # horas por turno

Por lo tanto la capacidad efectiva o productiva será igual a:

$$Capacidad = te \times Nhe$$

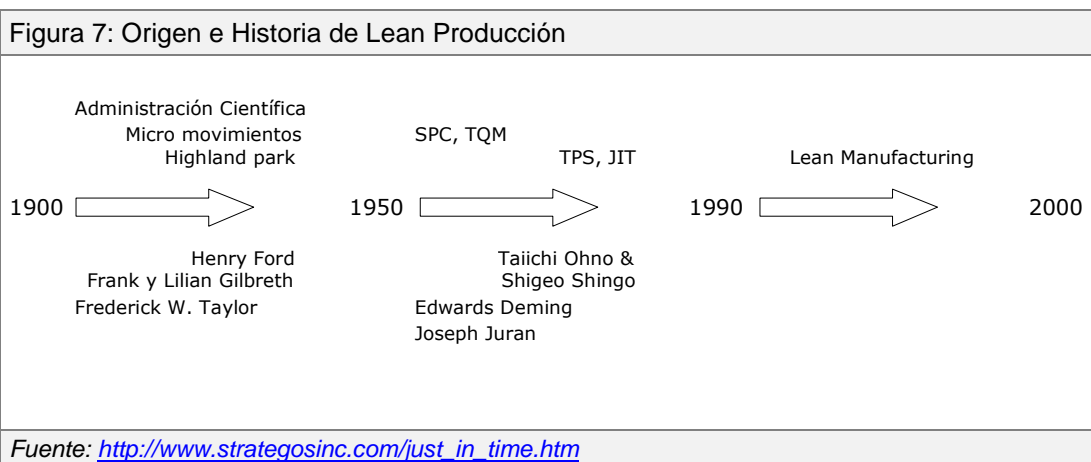
Ecuación 3. Capacidad efectiva



2.2 Sistema de producción Lean

2.2.1 Fundamentos.

Lean Production es la palabra de moda en el ámbito de fabricación a nivel mundial, más no necesariamente nueva, se deriva del *Sistema de Producción Toyota*, acuñada en el libro “*The machine that change the world*, James Womack 1990” y se origina a través del tiempo y gracias a varios predecesores. Los primeros indicios o bases de este sistema nacen de la necesidad de aumentar la productividad, mediante una buena administración de: recursos (tanto humanos como materiales), optimización de tiempos, eliminación de fatigas, en definitiva la eliminación de los desperdicios, que es a lo que apunta *Lean Production*.¹⁴



“Es un filosofía de producción que reduce el tiempo entre la colocación del pedido y la entrega del producto, a través de la eliminación de desperdicios en toda la cadena de actividades”¹⁵

“*Lean Manufacturing is a unified, comprehensive set of philosophies, rules, guidelines, tools, and techniques for improving and optimizing discrete processes*”¹⁶

¹⁴ http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm

¹⁵ QUALIPLUS Consultoría.

¹⁶ <http://www.pqa.net/ProdServices/leanmfg/lean.html>



Lean production es, básicamente, lo mismo que: ¹⁷

- Lean Manufacturing
- Lean Enterprise
- Lean Thinking
- Lean Healthcare

La consecuencia de la aplicación de esta filosofía incluyen los siguientes resultados ¹⁸ :

- ✓ Reduce los tiempos de ciclo (desarrollo del producto y de producción)
- ✓ Incrementa la calidad.
- ✓ Reduce los costos e inventario.
- ✓ Mejora el servicio al cliente.
- ✓ Eleva el involucramiento y compromiso al trabajo.
- ✓ Mejora el retorno financiero.

2.2.2 Cadena de valor

“El único indicativo de valor en cualquier tipo de proceso, sea en la fabricación, marketing o desarrollo de procesos, es la transformación física o de información de un producto, servicio o actividades en algo que el cliente desea”. ¹²

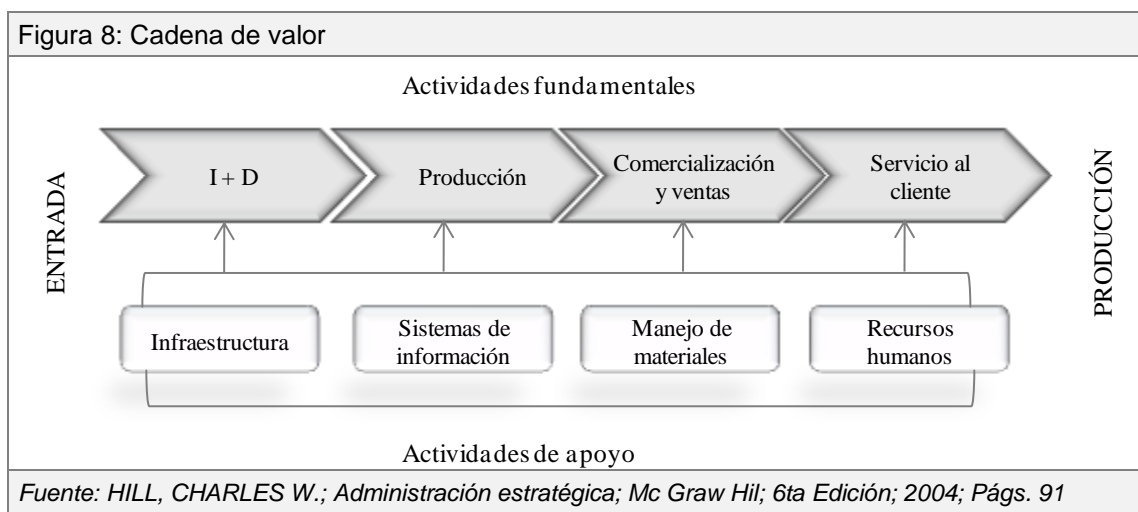
La cadena de valor, se refiere al concepto que la empresa tiene acerca de que es una cadena de actividades, para transformar las entradas de materiales en productos que el cliente valora. ¹⁹

¹⁷ <http://www.leanblog.org/2005/05/what-islean.html>

¹⁸ <http://www.scribd.com/doc/50478/Advanced-Lean-Training-Manual-Band-4> 16 abril 2009, 10:33

¹⁹ HILL, CHARLES W.; Administración estratégica; Mc Graw Hill; 6ta Edición; 2004; Págs. 90

Figura 8: Cadena de valor



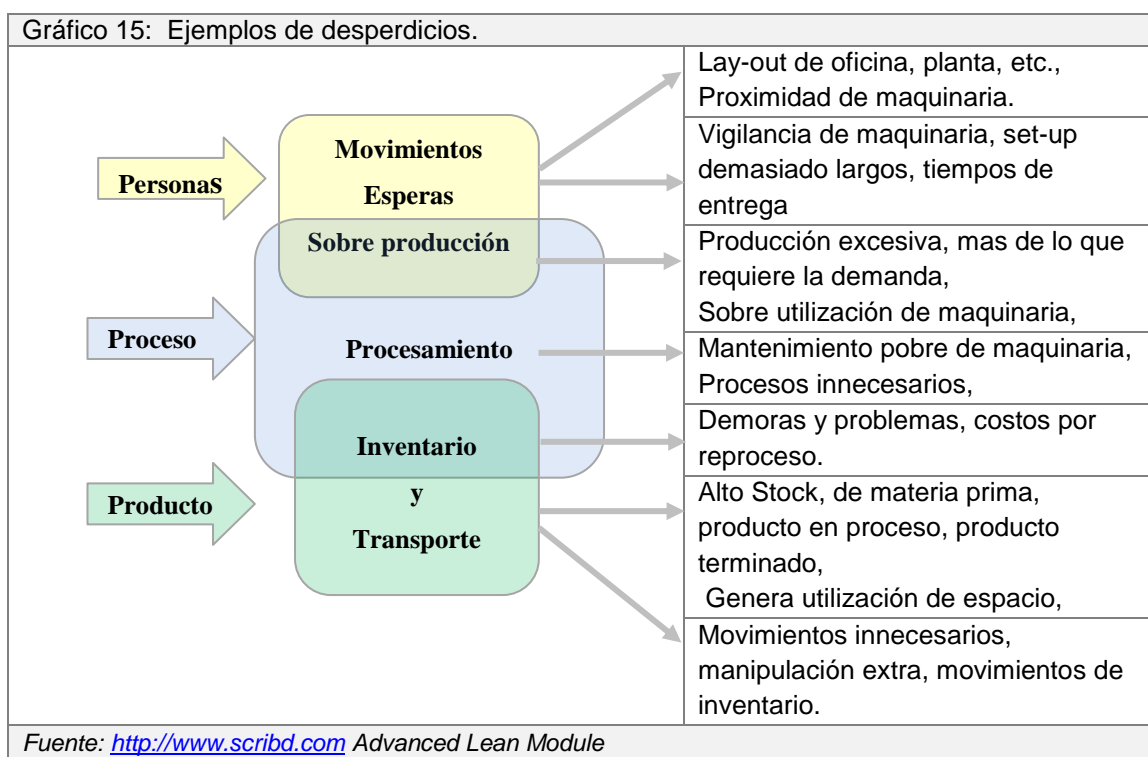
Lean production define el **valor** de un producto o servicio desde el punto de vista del consumidor. Los consumidores no perciben cuan duro o que tecnología se utilizó para producir un producto que están consumiendo o comprando. Ellos evaluarán el producto observando el grado en que satisface sus requerimientos. El cliente no paga por los defectos en la línea de producción ni tampoco por los sobre tiempos de producción, solamente pagaran por su satisfacción total.²⁰

La mayoría de las empresas en la actualidad se ven en la necesidad de operar con procesos más rápidos y flexibles, haciendo lo que el cliente exige, en el momento, el lugar, con la mejor calidad, a un coste competitivo.¹²

²⁰ <http://www.leanmanufacturingconcepts.com> abril 16 2009 9:42

2.2.3 Los desperdicios (MUDA) y la creatividad desperdiciada

Muda (Desperdicio).- Palabra japonesa *Muda* significa desperdicio/despilfarro, desde que la materia prima ingresa al proceso productivo hasta que sale como producto terminado, pasa por una serie de procesos en los cuales se agrega o no valor; hace referencia a toda actividad que no agrega valor al producto y se clasifica en las siguientes categorías: ²¹



1. **Sobreproducción.-** Sobre utilizar recursos (mano de obra, materia prima, energía), al almacenar el exceso de materiales y generar costes de transporte por exceso de inventario. Producir más de lo que se necesita produce un enorme despilfarro. El producir en exceso produce un sentimiento de seguridad y oculta problemas; surge de supuestos o políticas que carecen de validez:

²¹ MASA AKI, IMAI; Gemba Kaizen; Mc Graw Hill 1998; Págs. 57-76



- Producir tanto como sea posible, sin tener en cuenta el proceso siguiente,
 - Dar libertad al operador de producir cuanto pueda,
 - Aislar a cada proceso para incrementar su productividad,
 - Dejar que las maquinas con sobre capacidad produzcan más de lo necesario.
2. **Exceso de inventario.-** Es el resultado del la sobreproducción, el exceso de materia prima, de piezas en proceso, y producto terminado; provocan mayor tiempo de proceso, obsolescencias, daños en los artículos, y costes de transporte.
3. **Esperas.-** (tiempo de inactividad).- Generado cuando se desaprovechan los operarios haciéndoles vigilar máquina automáticas, paradas de equipos, RCB, simplemente no poder trabajar por falta de material, y des balanceos de línea.
4. **Transportes o movimientos innecesarios.-** Tiene lugar cuando se desplazan el producto en proceso (WIP) en largos recorridos. Si bien el transporte es necesario y parte esencial del proceso no agrega valor. Siempre que observemos una banda transportadora debemos preguntarnos: ¿es necesaria? ¿Qué pasaría si la eliminamos?
5. **Sobre procesar o procesar incorrectamente.** - Por pasos innecesarios, cuando se procesa ineficientemente debido a herramientas defectuosas, y el accionamiento innecesario de alguna máquina.
6. **Movimientos innecesarios.-** Cualquier movimiento inútil que no se relacione con agregar valor, como mirar, alcanzar, apilar, caminar. Para reducir este tipo de desperdicio es preciso observar al operario con cuidado, para identificar sus movimientos redundantes.
7. **Defectos.-** La producción de piezas defectuosas, interrumpe la producción y consecuentemente una repetición de trabajo, además los productos



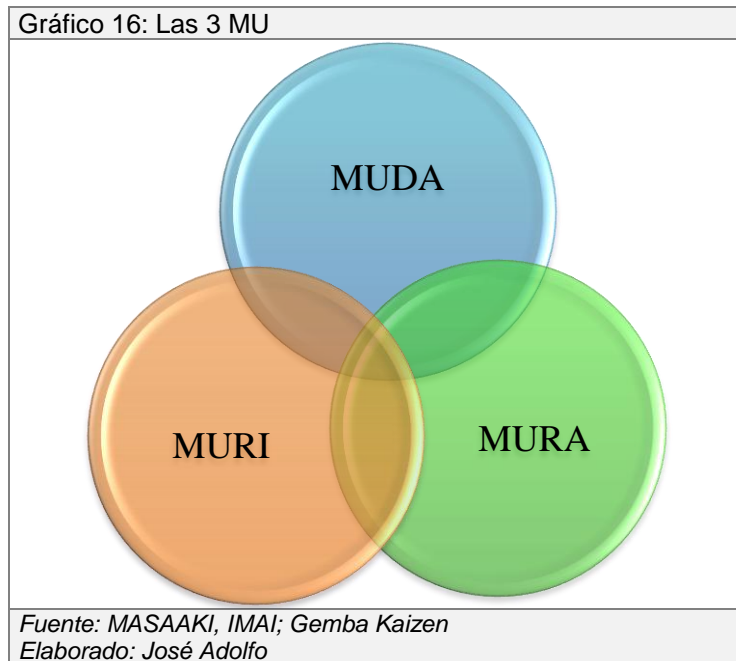
defectuosos deben descartarse originándose un despilfarro de materiales y trabajo. Los productos defectuosos pueden averiar equipos o instrumentos costosos

8. **Recurso humano.**- Se desperdician oportunidades de mejora por no escuchar ni motivar a los empleados, para así aprovechar sus habilidades mentales y físicas.
9. **Materiales y Recursos.**- Cualquier cosa que durante o después del proceso no esté sujeta a ser reciclada o reusada.

Otro tipo de desperdicio es la pérdida de tiempo *muda de tiempo*, que da como resultado el estancamiento; los materiales, documentos, productos permanecen en espera sin agregar valor, de cualquier forma en los primeros siete tipos de muda se genera pérdida de tiempo.

Muri (tensión).- Ocurre cuando se sobrecarga de trabajo a las persona o maquinas, exigiendo a estos más allá de sus límites y que en algunas ocasiones sin haber entrenado o capacitado al operador, el resultado, en el caso del personal, es el de desempeñar tareas en un ambiente estresante en el que además se presentan problemas de seguridad y calidad; por otro lado sobrecargar a las máquinas dan como resultado averías y productos defectuosos.

Mura (irregularidad).- Existe una irregularidad cada vez que el flujo de trabajo, producto de una programación no planificada o de volúmenes fluctuantes, debido a problemas internos como averías, escasez de materiales o de defectos.



2.2.4 Elementos clave.

El principio de *Lean production* como ya se anotó es la continua localización y eliminación de los desperdicios, por lo tanto las herramientas que esta teoría utiliza se enfocan a este propósito; para esto es necesario:

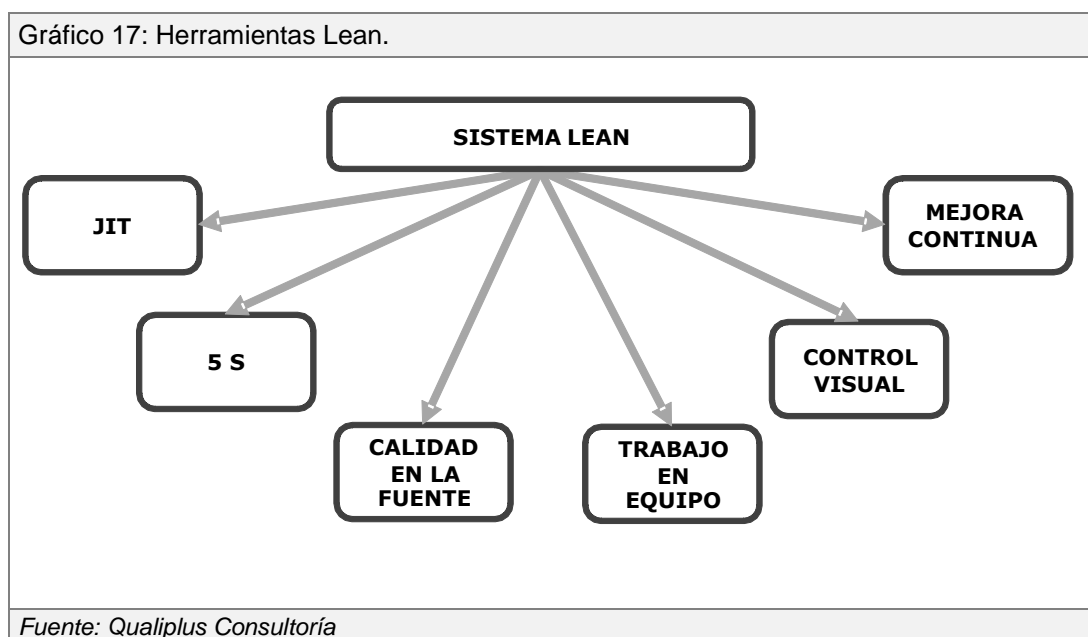
1. *Enfocar la acción*, debe estar claro el propósito.
2. *Identificar en donde se encuentran los desperdicios* a ser removidos, para luego analizarlos y llegar a la causa raíz.
3. *Encontrar la solución* de estas causas raíces.
4. *Aplicar y evaluar* estas soluciones y alcanzar el objetivo.
5. *Estandarizar* las mejoras, mejora continua.

Para identificar las causas de mayor relevancia entre el cúmulo de problemas que con mucha frecuencia se presentan en la empresas, tenemos herramientas simples y de fácil uso, que nos guían en la identificación de los problemas prioritarios, como son el diagrama de *Pareto* y el diagrama causa efecto o *Ishikawua*.

2.2.5 Herramientas lean.

Ahora bien una vez identificados los problemas es necesario solucionarlos, para esto se siguen principios para su solución, para luego crear una cultura de mejoramiento continuo, que son los elementos o herramientas del sistema *Lean production*.

Un sistema de *lean Production* integra los conceptos como Kanban, 5S, gestión visual, polivalencia, SMED (*Single Minute Exchange Die*) o TPM (Total Productive Maintenance). Cabe recordar que este sistema de producción más que un conjunto de herramientas es un compromiso de invertir constantemente en su gente y promover la cultura de la mejora continua.²²



2.2.5.1 Justo a tiempo

“Es un conjunto de actividades integradas diseñadas para lograr un alto volumen de producción, utilizando inventarios mínimos de: materia prima, trabajo en proceso y productos terminados. Nada se producirá hasta cuando se necesite”²³.

²² LIKER, JEFREY K. Las Claves del Éxito de Toyota, Ediciones Gestión 2000, Barcelona 2006, Págs. 37-40, 64-66

²³ CHASE, RICHARD B. ; Administración de producción y operaciones; Mc Graw Hill; 8va edición; 2000; Págs. 322



El objetivo es proveer a cada cliente una cantidad de productos por él ordenado de un modo muy específico: ¿Qué? ¿Cuándo? ¿Cuánto?

Dos sistemas resultaron claves en el éxito del JIT, el sistema *Kanban* y *SMED* (Single Minute Exchange Die) creados y utilizados por Toyota para implementar el sistema justo a tiempo.²⁴

Kanban.- Palabra japonesa que quiere decir *tarjeta o boleto* que se utilizan para nivelar el flujo de producción, siendo los más comunes los *kanban de salida*, que es una solicitud de partes al centro de trabajo del nivel superior; mientras un *Kanban de producción* es una señal para que un centro de trabajo produzca lotes adicionales.

Los flujos de información no son la única forma de control, también es posible realizarlos mediante un computador, que resulta más adecuado que con tarjetas.

Para conocer el número de kanbans necesarios se emplea la siguiente fórmula:

$$y = \frac{\bar{D}L + w}{a}$$

Ecuación 4: Número de Kanbans necesarios

y = Número de Kanbans

\bar{D} = Demanda esperada por unidad de tiempo.

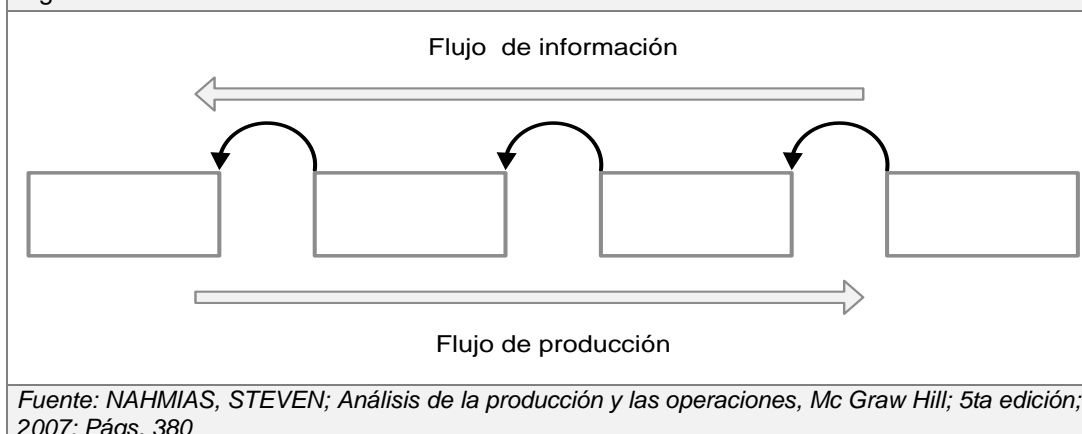
L = Tiempo de entrega (Tiempo de procesamiento + tiempo de espera entre procesos + tiempo de transporte)

w = Política variable que especifica el nivel de la existencia de seguridad, generalmente de alrededor del 10% de $\bar{D}L$.

a = Capacidad del contenedor (por lo general no es mayor al 10% de la demanda diaria)

²⁴ NAHMIAS, STEVEN; Análisis de la producción y las operaciones, Mc Graw Hill; 5ta edición; 2007; Págs. 347,377

Figura 9: Sistema Kanban.



SMED.- Cambio dado en un minuto.- Componente fundamental del Sistema de Producción Toyota establecido por Shigeo Shingo, diseñado para lograr una producción JIT, y acortar los tiempos de preparación de las máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño. Ayuda a reducir:

- ✓ el tiempo de preparación y hacerlo productivo,
- ✓ el tamaño del inventario,
- ✓ el tamaño de los lotes, y
- ✓ Producir el mismo día más variedad de productos en la misma máquina.

Elementos del JIT: ²⁵

- ✓ Producción en pequeños lotes, reducción del inventario,
- ✓ Personal multifuncional,
- ✓ Heijunka.- Consiste en distribuir uniformemente, a lo largo del tiempo, el volumen y la variedad del trabajo necesario para cumplir con la demanda de los clientes. Si existe *mura* se produce *muri* y por lo tanto *muda*; la solución es el *heijunka*.
- ✓ Producción según el tiempo “Takt”
- ✓ Flujo continuo
- ✓ Sistema halado *Pull*

²⁵ Qualiplus consultoría.



Tabla 6: Los “que” del JIT					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>¿QUE ES?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Filosofía Gerencial ▪ Sistema “pull” en toda la planta </td> </tr> </tbody> </table>	¿QUE ES?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Filosofía Gerencial ▪ Sistema “pull” en toda la planta 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>¿QUE HACE?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ataca el desperdicio (tiempo, inventario, desechos) ▪ Expone problemas y cuellos de botella ▪ Logra una producción racionalizada </td> </tr> </tbody> </table>	¿QUE HACE?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ataca el desperdicio (tiempo, inventario, desechos) ▪ Expone problemas y cuellos de botella ▪ Logra una producción racionalizada
¿QUE ES?					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Filosofía Gerencial ▪ Sistema “pull” en toda la planta 					
¿QUE HACE?					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ataca el desperdicio (tiempo, inventario, desechos) ▪ Expone problemas y cuellos de botella ▪ Logra una producción racionalizada 					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>¿QUE REQUIERE?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Participación de los empleados. ▪ Ingeniería industrial/fundamentos ▪ Mejoramiento continuo ▪ Control total de calidad ▪ Lotes pequeños </td> </tr> </tbody> </table>	¿QUE REQUIERE?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participación de los empleados. ▪ Ingeniería industrial/fundamentos ▪ Mejoramiento continuo ▪ Control total de calidad ▪ Lotes pequeños 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>¿QUE SUPONE?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ambiente estable </td> </tr> </tbody> </table>	¿QUE SUPONE?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ambiente estable
¿QUE REQUIERE?					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participación de los empleados. ▪ Ingeniería industrial/fundamentos ▪ Mejoramiento continuo ▪ Control total de calidad ▪ Lotes pequeños 					
¿QUE SUPONE?					
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ambiente estable 					
<p><i>Fuente: CHASE, RICHARD B. ; Administración de producción y operaciones; Mc Graw Hill; 8va edición; 2000, Págs. 325</i></p>					

Tiempo Takt.- Fabricar al ritmo de la demanda del cliente (palabra alemana que se refiere al ritmo). Tiempo neto disponible / demanda de los clientes.

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ neto\ disponible}{Demanda\ del\ cliente}$$

Ecuación 5

2.2.5.2 Células de producción de flujo continuo.

- ✓ Enfocada al flujo del producto
- ✓ Recursos de producción lo más cercano posible
- ✓ Instalaciones flexibles
- ✓ Fácil acceso a los materiales.

Sistema pull.- involucra mecanismos de comunicación para controlar el flujo de materiales, el Kanban es el corazón del sistema halado, el cliente activa el proceso productivo.



2.2.5.3 Las 5 S.

Las 5 S son universales, se pueden aplicar en todo tipo de empresas y organizaciones, tanto en talleres como en oficinas, incluso en aquellos que aparentemente se encuentran suficientemente limpios y ordenados.

El objetivo es mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, el clima laboral, la motivación del personal y la eficiencia y en consecuencia la calidad, la productividad y la competitividad de la organización.²⁶

“Las 5 S no son una moda ni el programa del mes, si no una conducta de la vida diaria”¹⁹

Significado de las 5 S. ^{15 27 28 29}

Seiri.- Clasificar.- Se refiere a diferenciar entre elementos necesarios e innecesarios para descartar a lo que no es útil, y en consecuencia mantener exclusivamente lo necesario, no se refiere solamente a cosas sino a procesos, los que no son necesarios.

- *Clasificar* todo, luego ordénelo
- Ordene todo lo que tenga, identifique lo que precisa y retire lo innecesario.

Por lo general se comienza una inspección con etiquetas rojas y se las coloca sobre todo aquello que se considere innecesario durante los siguientes 30 días, si ocurre que algún elemento supuestamente necesario se debe demostrar que este será indispensable de lo contrario debe ser retirado.

²⁶ <http://www.mailxmail.com/curso-como-aumentar-productividad-lugar-trabajo-5-s/2-introduccion-metodologia-5s>

²⁷ <http://www.leanmanufacturingconcepts.com>

²⁸ HIRANO, HIROYUKI; El JIT “Revolución en las fábricas”; Grafiris Impresores S.A; 2da Edición 1992; Págs. 28

²⁹ MASAOKI, IMAI; Gemba Kaizen; Mc Graw Hill 1998; Págs. 57-76



Seiton.- Ordenar.- Luego de haber clasificado se procede a mantener los materiales en orden, de tal forma que resulte fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. El objetivo es reducir el tiempo de búsqueda y el esfuerzo, para esto cada elemento debe tener un lugar fijo, un nombre, y cantidades necesarias o máximas mediante líneas que demarquen el espacio que se utilizará para el máximo tolerable, de esta forma se garantiza niveles bajos de inventario sobre la base de primeros en entrar primeros en salir.

- *Ordenar* las cosas.
- Asigne una localización separada para todas las cosas esenciales, haga el área auto explicativa de modo que todos sepan dónde colocar y encontrar algo.

Seiso.- Limpiar.- limpiar el puesto de trabajo, incluidas maquinaria y herramientas, de igual forma el piso paredes y otras áreas del lugar de trabajo.

- *Limpiar* el equipo, herramientas, área de trabajo.
- Mantenga el área de trabajo siempre limpia.

También significa verificar, ya que mediante la limpieza es posible encontrar defectos en el funcionamiento de las maquinas, dichos defectos se encuentran ocultos bajo el polvo, hollín y aceite.

Seitketsu.- Sistematizar.- Mantener la limpieza del puesto de trabajo y del personal mediante ropa adecuada y equipo de seguridad. También significa seguir trabajando en *seiri, seiton, seiso*, continuamente; ya que de no ser así se volverá al estado original. Debe existir un compromiso de los trabajadores y de la gerencia, convirtiéndose en una parte más de la programación de actividades con responsables de llevar a cabo el *seiri, seiton, y seiso*.

- Seguir trabajando en *seiri, seiton, y seiso*.
- Compromiso de todos.
- Designar responsables.



Shitsuke.-Estandarizar.- Es el entrenamiento y motivación hacia las personas para que sigan las normas, tan natural como si formara parte de su rutina diaria, una conducta habitual.

- Aplique las reglas escrupulosamente.
- Haga de ello un hábito.
- Autodisciplina y Hábito al seguir *seiri, seiton, seiso, seiketsu*.

Las tres primeras fases son operativas, la cuarta fase permite mantener el estado alcanzado mediante la estandarización de las prácticas, y la quinta permite adquirir el hábito y la mejora continua.

Una forma de incentivar al seguimiento de las 5S es que le Jefe de Planta organice concursos entre los diferentes puestos de trabajo (gemba) y elegir al mejor y peor gemba, al primero premiarle con un reconocimiento y al segundo entregándole un balde y una escoba. Es importante proporcionar un sentimiento de logro y motivar a realizar un mejor trabajo. La evaluación del nivel de las 5 S se puede efectuar mediante la autoevaluación, con un consultor experto, por un superior, la combinación de los tres anteriores, y a través concursos.

2.2.5.4 Calidad en la fuente

Consiste en hacer las cosas bien desde el principio, y si algo sale mal detener inmediatamente la operación, los mismos trabajadores son responsables de la calidad del producto o de su actividad y además se dedican a una sola tarea a la vez para que sea más fácil el localizar defectos. Esta calidad en la fuente incluye una automatización. ¹⁴

- ✓ Estándares claros
- ✓ Poka yoké (“fool proofing” a prueba de errores)
- ✓ Inspección y feedback inmediato / comunicación
- ✓ Jidoka.- automatización con un toque humano.
- ✓ Andon (señalización de la situación)



Estándares claros.- Establecidos enfocados en el Cliente (interno/externo), hechos de manera participativa, involucrando la gente de la operación. Mantenedos en constante perfeccionamiento, por los propios operadores. Criterios de inspección claros.

Poka Yoke.- Son métodos visuales destinados a impedir que algún error sea cometido por los operadores en el transcurso del trabajo, esto involucra una rápida identificación del problema, acciones correctivas inmediatas, mejoramiento continuo (Kaizen); las técnicas más comunes incluyen:

- ✓ Codificación de colores
- ✓ Sensores y alarmas
- ✓ Software que aseguran la entrada de datos

Inspección y feedback.- debe cumplir dos objetivos: bloquear defectos (en la fuente preferiblemente), fortalecer feedback inmediato, para la identificación y causa raíz.

Jidoka.- Es una automatización con un toque de inteligencia humana, son dispositivos incorporados al proceso que automáticamente:

- ✓ Detectan anomalías
- ✓ Interrumpen la actividad, y
- ✓ Señalizan la anomalía que ocurrió.

Efectos positivos del Jidoka:

- ✓ Libera el personal para actividades más productivas
- ✓ Imposibilita la producción de producto defectuoso
- ✓ Apunta la necesidad de corrección en el exacto instante que el problema ocurre, lo que lleva a acciones de mejoría más rápidas y eficaces.



2.2.5.5 Trabajo en equipo

El ambiente *Lean* incentiva a las personas a que se involucren activamente en la mejoría de su propia área de trabajo, en un ambiente participativo que potencializa la conocimiento colectivo, los equipos planean mejoras en el flujo de valor, identificando y eliminando las fuentes de desperdicio, lo que resulta en procesos que fluyen de manera estable, sin imprevistos.

2.2.5.6 Control visual

El control visual significa hacer posible a para cada uno el ver donde que las cosas estén en orden o si es que existe algún problema y donde se produce un despilfarro.

Toda propuesta de mejora en el ambiente de trabajo debe preservar o mejorar el actual nivel de control visual, nunca perjudicarlo.

Principales recursos:

- ✓ Sombra.- Una herramienta de trabajo utilizada con frecuencia puede tener una “sombra” identificando su nombre y marcando su posición correcta.
- ✓ Rotulación.- Aplicada a contenedores, armarios estantes, etc.
- ✓ Codificación por colores.- Aplicada a contenedores, piezas, pisos, etc.
- ✓ Pestañas.- Usadas para colocar avisos, frases etc.
- ✓ Cuadro de indicadores.- Muestra a través de gráficos, resultados diarios, semanales, mensuales etc.
- ✓ Patrones visuales de trabajo.- Dibujos y fotos ilustrando la secuencia de trabajo, criterios de aceptación.



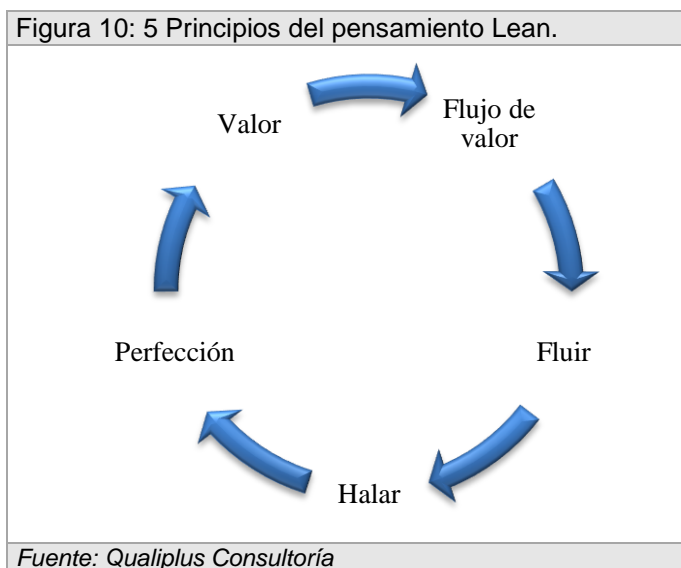
2.2.5.7 Mejora continua (Kaizen)

La ruta de la calidad “Kaizen” es un formato estandarizado en el que se registran las actividades realizadas por pequeños grupos como los círculos de la calidad, además sigue el ciclo planear-hacer-verificar-actuar (PDCA e incluye los siguientes pasos:

1. *Seleccionar un tema.*- Se refiere a la razón por la cual se ha elegido un determinado objetivo para el mejoramiento, por lo general según objetivos gerenciales o por su importancia, prioridad, importancia o aspecto económicos.
2. *Definir la meta.*
3. *Comprender la situación.*
4. *Recolectar y analizar datos para encontrar la causa fundamental.*
5. *Establecer e implementar acciones y medidas preventivas correctivas.*
6. *Evaluar.*
7. *Establecer o revisar los estándares para evitar la reaparición.*
8. *Revisar el proceso y comenzar a trabajar en los pasos siguientes del proceso.*

Los cinco primeros pasos se relacionan con el paso *planear*, el paso 6 con *hacer*, el paso 7 con *verificar*, y el paso 8 con *actuar*.

2.2.6 Cinco principios de pensamiento Lean.³⁰



1. Defina *valor* desde el punto de vista del consumidor.

¿Qué es *valor*? Es la capacidad de proveer al consumidor:

- ✓ La más alta calidad.
- ✓ En el momento justo.
- ✓ Un precio apropiado.
- ✓ Un rápido cambio frente a las necesidades.

2. Identifique el flujo de valor de cada producto

“En donde sea que exista un producto o servicio para un consumidor, existirá un flujo de valor, el reto consiste en poder verlo” (Rother, Learning to see)

¿Qué es *flujo de valor*? Son todas las actividades que agregan o no valor al producto, necesarias para la fabricación del producto desde la materia prima hasta que el producto llega al consumidor.

³⁰ <http://www.scribd.com/search?cx=007890693382555206581%3A7fgc6et2hmk&cof=FORID%3A10&ie=UTF-8&c=all&q=Value+Stream+mapping&sa=Search#1092> 20-abr-2009 6:55



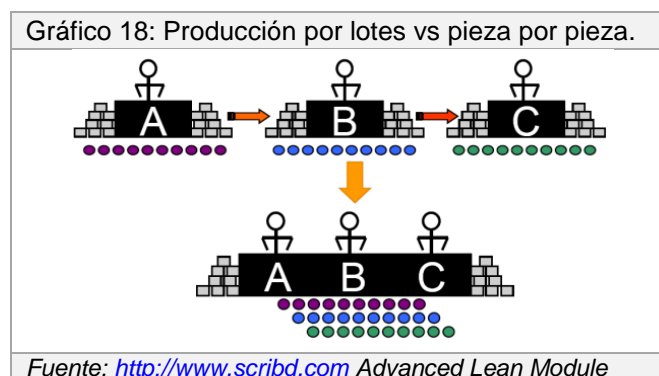
- ✓ Identifique todos los pasos que actualmente se realizan, desde la orden hasta la entrega del producto.
- ✓ Cuestione cada operación. ¿Por qué es necesaria? ¿Perdería valor el producto si eliminamos esta operación?
- ✓ Algunas operaciones son solamente necesarias o se llevan a cabo únicamente porque así se ha venido realizando, sin ninguna razón de ser.

Principales flujos de valor:

- ✓ *Fabricación.* Desde la materia prima hasta las manos del consumidor.
- ✓ *Diseño y desarrollo.* Desde la concepción hasta el lanzamiento.
- ✓ *Servicio.* Desde la orden hasta el pago.

3. Haga que el producto fluya.

Alinear todos los procesos que verdaderamente agregan valor al producto en una secuencia rápida. Requiere que exista un continuo movimiento del producto, servicio o información, a través de las diversas operaciones de principio a fin del proceso.

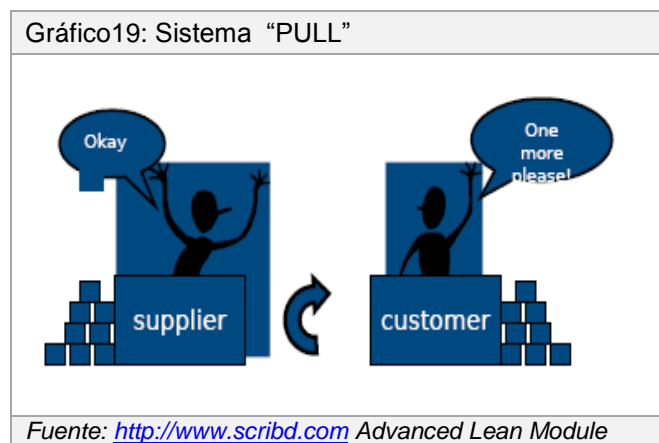


4. Deje que solo el cliente hale.

Nada se ejecuta hasta que alguien lo necesite, es importante seguir un sistema de producción en cascada en donde nada se produce sino hasta que exista una señal (Kanban) de requerimiento y solo entonces se produce lo más rápido posible y sin errores, esto se consigue con la perfecta comprensión de lo que el cliente desea.

¿Qué es lo que el cliente desea?

- ✓ Flujo pieza a pieza.
- ✓ No empuje.



5. Oriéntese hacia la perfección.

Siempre existe algo que mejorar y desperdicios que eliminar. En un proceso de mejoramiento continuo, la gente aprende y ejercita su creatividad.

- ✓ El mejoramiento continuo conduce a la innovación.
- ✓ Utilice el análisis de la causa raíz, para la resolución de problemas, ágilmente y permanentemente.
- ✓ Trace objetivos alcanzables.



2.3 Proyecto del Mapeo de flujo de valor.

Luego de conocer de qué se trata *Lean Production*, el siguiente paso es que la empresa acepte la implementación, para lo cual es importante que esta se entere de la potencialidad de esta cultura de gestión de producción. Como en todo proyecto es necesario conocer exactamente el enfoque que se dará al implementar o aplicar determinada teoría manufacturera, comenzando por la administración, informando y creando equipos de trabajo, que serán guiados por un experto en la materia; quien asesorará durante todo el proceso y posteriormente evaluar los resultados deseados. Para que dicho proceso se lleve satisfactoriamente se siguen los siguientes pasos:

- Creación del Equipo.
- Formación del equipo.
- Mapeo del flujo de valor.
- Implementación y evaluación.

2.3.1 Creación del equipo.

En este primer paso se precisa relacionarse con la persona idónea de la empresa la cual posea la suficiente potestad de tomar decisiones, que luego de dar visto bueno para la ejecución del proyecto; designa a las personas que apoyaran el proyecto durante toda la implementación. De esta forma entonces se procede a designar un equipo de trabajo el cual estará formado por un mínimo de tres personas y un máximo de siete.



Tabla 7: Equipo Mapeo de Flujo de Valor		
EQUIPO		
Miembro	Descripción	Tareas
Responsable del flujo de valor (Value Stream Manager)	Es el principal responsable ante la alta dirección de que la aplicación del VSM se lleve a cabo de la mejor manera. Será asumido por el demandante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluar y aprobar las diferentes etapas, ✓ Dotar de medios necesarios para el desarrollo del proyecto.
Facilitador de la empresa	Será el principal conocedor técnico del proceso productivo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proveer datos del proceso al encargado de recolectar datos. ✓ Informar sobre particularidades del proceso. ✓ Criticar de la aplicabilidad de ideas de mejora
Coordinador	Conocedor del Sistema <i>Lean Production</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recolectar datos. ✓ Crear Mapas. ✓ Coordinar de reuniones.
Guía Asesor	Observar y dar seguimiento al proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Impartir información técnica. (Herramientas VSM). ✓ Asesorar en la aplicación de herramientas. ✓ Asegurar la calidad de la información

Fuente: Ibon Serrano Lasa. *Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos. Tesis Doctoral. Universidad de Girona. Abril 2007.*
 Elaborado: José Adolfo

2.3.2 Formación del equipo.

Una vez creado el equipo, se debe capacitar o dar una formación adecuada en lo que se refiere a la metodología *Value stream Mapping*, esta responsabilidad estará a cargo del *lean specialist*, el que preparará al equipo para que posea la capacidad de sobrellevar el proyecto de implementación.

2.3.3 Mapeo del flujo del valor

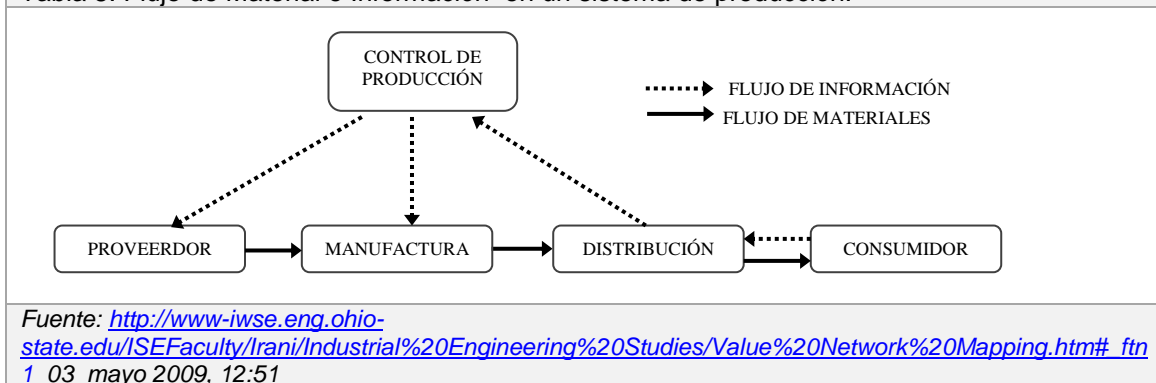
El mapa de flujo de valor es una herramienta que nos ayuda a ver y entender el flujo de materiales e información y las actividades que agreguen o no valor al producto, para hallar los desperdicios que se presentan en los procesos de manufactura o de servicios, según sea el caso, para eliminarlos. A



diferencia de mejoramientos aislados que a menudo se realizan en la mayoría de las empresas, el mapa de flujo de valor nos brinda una visión global y a la vez provee mejoras en cada uno de los procesos del flujo de valor y planes que interrelacionan todas las actividades de mejora.

“Mapeo de flujo de valor significa caminar y dibujar los pasos (material e información) para una familia de producto puerta a puerta en la planta” (Rother Mike; Learning To See)

Tabla 8: Flujo de Material e Información en un sistema de producción.



Entre los beneficios que proporciona el mapa de flujo de valor tenemos:

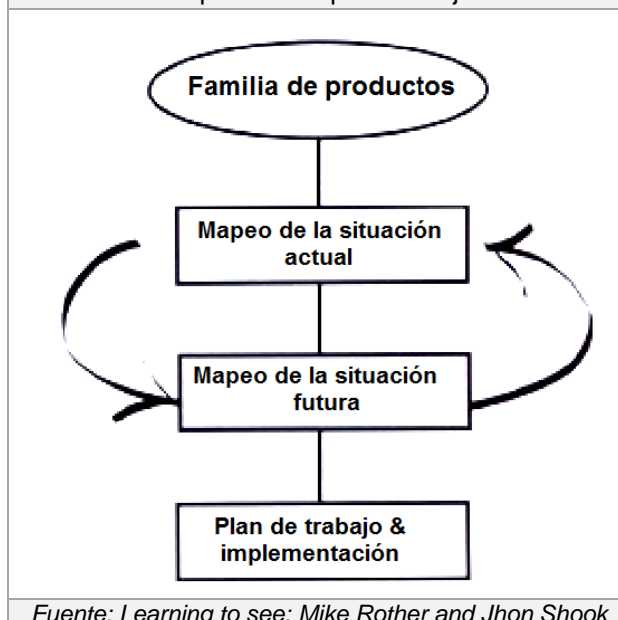
- ✓ Provee una visión global del flujo de valor, más que simples procesos aislados
- ✓ Localiza los desperdicios en todo el flujo, la fuente y la metodología para eliminarlos.
- ✓ Utiliza un lenguaje común para describir los procesos de manufactura.
- ✓ Muestra el lazo entre el flujo de información y de materiales, lo que otras herramientas no lo hacen.
- ✓ Utiliza las diversas herramientas
- ✓ Permite establecer y dar seguimiento al Plan Kaizen.

En el mapeo de flujo de valor se toma en cuenta con mayor importancia al flujo de información más que el de los materiales, y como es evidente en la

práctica es mucho más importante saber qué es lo que el próximo proceso necesita y como se puede hacer conocer esta necesidad; ya que si los procesos trabajan independientemente solamente trabajarán o bien al máximo o mínimo de su capacidad, generando cualquier tipo de los desperdicios antes citados.

2.3.3.1 Etapas del Mapeo de flujo de valor.

Gráfico 20: Etapas del Mapeo del flujo de valor



2.3.3.1.1 Elección de la familia de producto.

Una familia de producto consiste en un grupo de productos que comparte procesos y equipos comunes desde el ingreso de la materia prima hasta el producto final. Si se diera el caso de ser complicado el agrupamiento de las familias de productos se recurre a una matriz de productos y procesos (Figura 11). Cada familia de productos o servicios con sus requisitos específicos definen el flujo de valor.

Figura 11: Identificación de familia de productos

		Operaciones y maquinarias							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUCTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Familia de productos

Fuente: Learning to see; Mike Rother and John Shook

2.3.3.1.2 Mapeo del estado actual o inicial.

Es esta etapa se muestran todos los datos necesarios para entender como es el flujo de valor, el mapa debe ser capaz de explicar cómo es el flujo de materiales y de la información, además tiene un formato e íconos o figuras normalizados y con un significado específico (*Tabla 6*), que nos ayudan a establecer el flujo de material/servicio. El que sigue los siguientes parámetros:

- ✓ El flujo se grafica de izquierda a derecha.
- ✓ El flujo de información se coloca en la parte superior del mapa.
- ✓ En la parte inferior se colocan los datos que representan el valor agregado y los desperdicios que comprometen la rápida salida del producto.

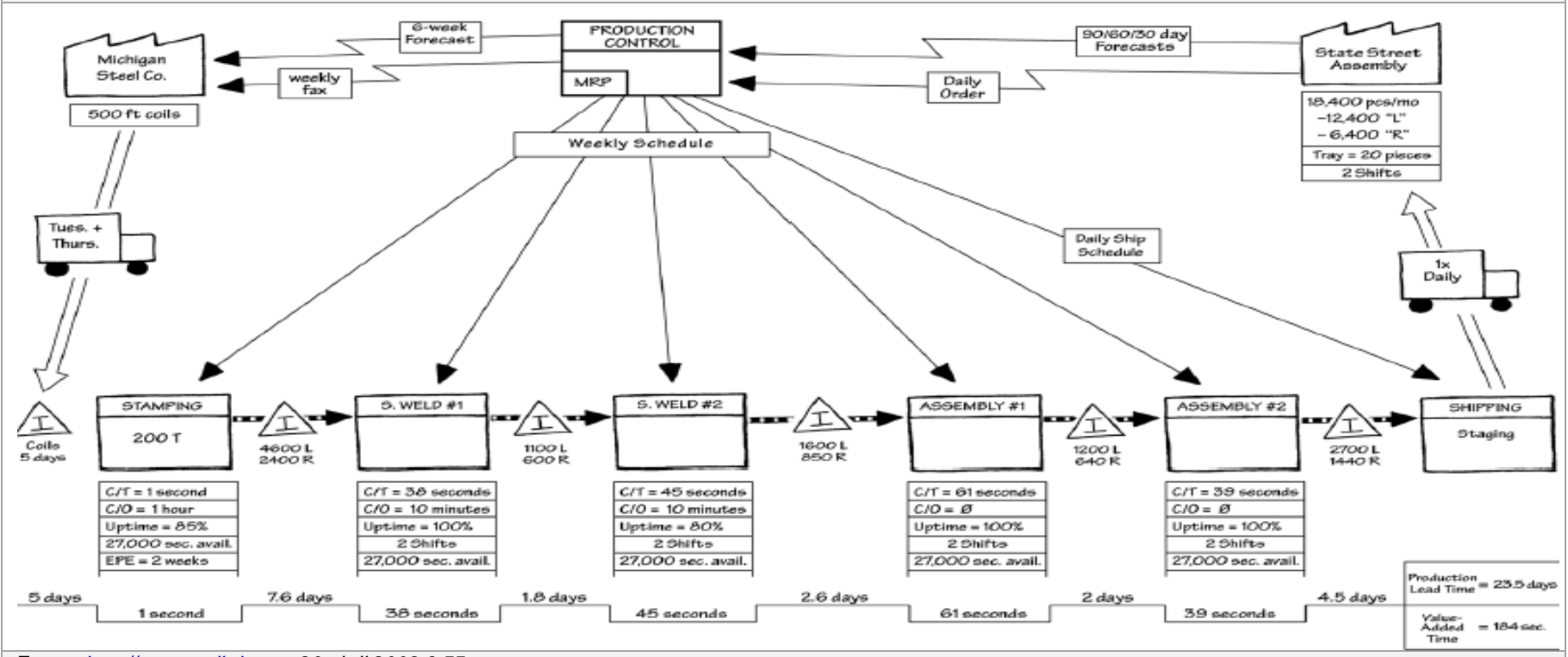
Es aquí donde es necesario recorrer toda la planta, ir al sitio donde ocurren las cosas (genchi genbutsu), para recolectar datos, que nos ayuden a relacionar los desempeños con indicadores numéricos, y de suma importancia entender el proceso producción / servicio. Básicamente los datos que se buscan son:



- **Tiempo de ciclo (T/C)**, del inicio al fin del proceso por cada ítem o pieza completa. $T/C = T/O$ (tiempo del operador) + T/M (tiempo de la máquina).
- **Tasa de salida (T/S)**, (“drop of rate”) tiempo entre ítems completados, medidos en la salida del proceso.
- **Tiempo de fila (T/F)**, tiempo de inventario (T/I) entre procesos, es la espera para seguir con el trabajo.
- **Número de personas**, el número de operadores.
- **Tamaño del Batch**, cantidad procesada cada vez.
- **Horas de trabajo diario**, turnos.
- **Tiempo planificado de paradas**, debido a breaks , almuerzos, reuniones, etc)
- **Tiempo disponible.**
- **Demanda diaria del cliente.**
- **Nivel de calidad.**
- **Disponibilidad el equipo (U/T)**, (“Up time”)
- **Interrupciones** o problemas frecuentes.
- **Flujo de información** que determina el trabajo, como se prioriza el trabajo.




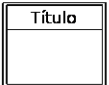

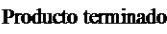
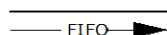


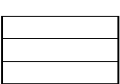

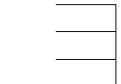


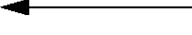
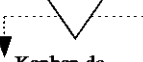
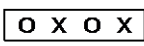
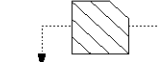


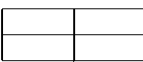






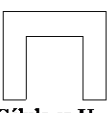



Gráfico 21: Ejemplo de Mapa de Flujo de Valor



Fuente: <http://www.scribd.com> 20 abril 2009 6:55

Tabla 9: Iconos para Mapeo del Flujo de Valor

Íconos para Mapeo del Flujo de Valor		
íconos para el Flujo de Materiales	íconos el Flujo de informaciones	íconos generales
 Título  Entrega por carrito  Proceso de Producción Dedicado  Título  Proceso de producción compartida  Producto terminado para el Cliente  FIFO  Ruta FIFO  Fuentes Externas  Caja de datos  Inventario/ Tiempo de fila  Supermercado  Halado Físico de material  "Runner"	 Flujo de información manual  Kanban de señalización  Caja de Nivelación (Heinjunka Box)  Kanban de retirada  Kanban de Producción  Puesto Kanban  Panel Pitch  Programación de producción "va mirar"	 Necesidad de Kaizen  Inventario Pulmón  Inventario de seguridad  Operador  Problema de calidad  Célula en U  Problemas Diversos

Fuente: Qualiplus Consultoría



2.3.3.1.3 Mapeo de la situación futura.³¹

Consiste en ir respondiendo las siguientes interrogantes e ir estableciendo el mapa futuro:

1. ¿Cuál es el *takt time* determinado por el mercado, basado en el tiempo disponible?
2. ¿Vamos a producir de acuerdo al proceso regulador o es necesario un supermercado de producto terminado?
3. ¿Dónde se puede emplear el flujo continuo?
4. ¿Es necesario un sistema *pull* para gestionar la producción?
5. ¿Qué proceso regulador será empleado en la programación de producción?
6. ¿Cómo puede ser nivelado el mix de productos en el proceso regulador?
7. ¿Qué unidad de trabajo será retirada constantemente desde el proceso regulador?
8. ¿Qué mejoras (mejoras Kaizen) serán necesarias en el flujo de valor para que fluya como en el estado futuro?

El mapa de situación futura necesitará luego de la aprobación y una posterior planificación, con sus respectivos responsables para liderar el flujo de valor para lo cual existirá un completo apoyo de la administración (Figura 13).

Para el mejor manejo del proyecto es conveniente dividir en segmentos (*loops*) que se irán cumpliendo gradualmente, preferentemente iniciando con el

³¹ Ibon Serrano Lasa. Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos. Tesis Doctoral. Univesitat de Girona. Abril 2007. Pags. 78-79



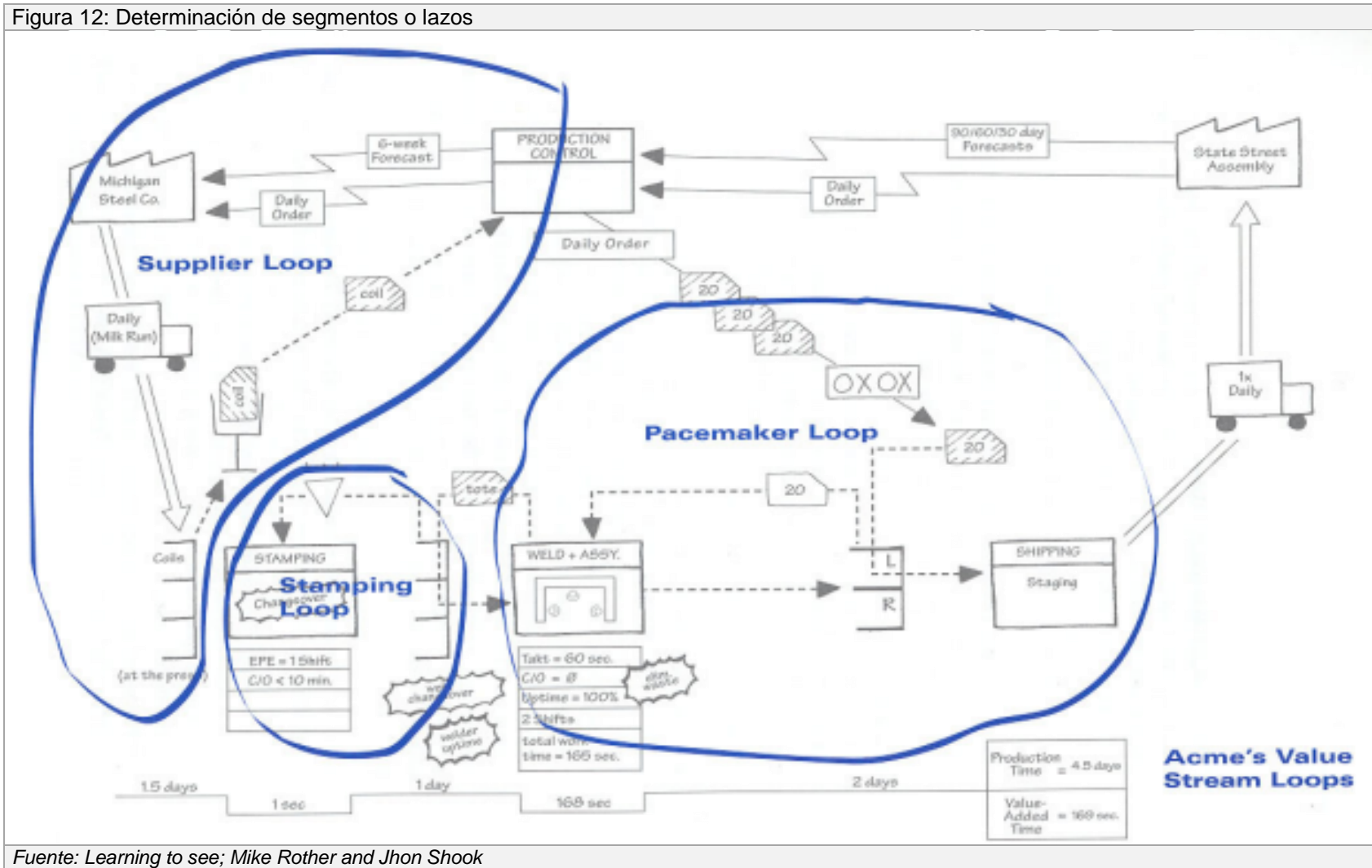
segmento de mayor comprensión del personal y asegure la consecución segura que brinde una buena impresión, además se combinarán acciones de prueba/error, con las que nos iremos enriqueciendo y a la vez ir respondiendo nuestras hipótesis.

2.3.4 Implementación y evaluación.

En base a las mejoras *Kaizen* aprobadas en el mapa de situación futura se elaborará un cronograma de actividades, estableciendo plazos y responsables para la implementación en la que mediante la observación del avance del proyecto, en cada *loop* de mejora se analizará el grado de mejoras realizadas, el porcentaje global del cumplimiento del proyecto y los resultados alcanzados.



Figura 12: Determinación de segmentos o lazos



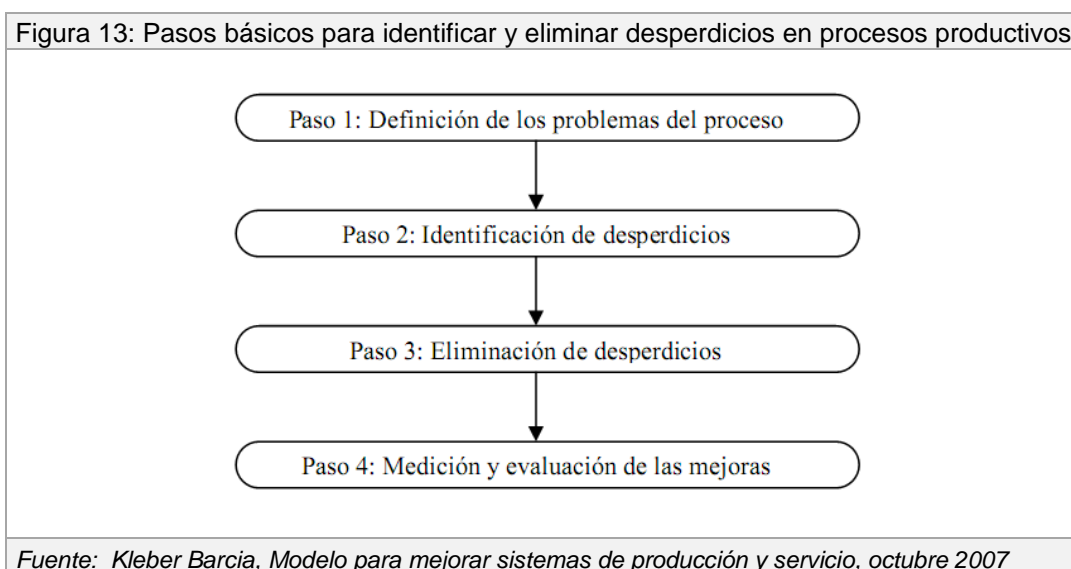
Fuente: Learning to see; Mike Rother and Jhon Shook



2.4 Metodología para identificar y eliminar desperdicios en los procesos de producción. ⁽³²⁾

Si bien en el apartado anterior se describe el ¿Qué? hacer para la identificación de desperdicios basados en *Lean Production*, la pregunta siguiente es el ¿Cómo? realizar la identificación de los desperdicios presentes en la empresa objeto de estudio; para esto apoyándose en encuestas que nos ayudarán a captar la información necesaria para entender la situación a nivel general de la empresa desde el punto de vista de los administradores o supervisores, con el fin de establecer el estado actual y el hecho muy importante que es el ponerse de acuerdo que es lo que espera de la metodología aplicada. Una vez establecidos la posición y apoyo de los directivos y posteriormente la identificación de los desperdicios priorizarlos para superarlos según su importancia que se les asigne según las encuestas planteadas en este apartado.

Se plantea entonces la metodología para la identificación de desperdicios en la siguiente figura:



³² Barcia Kleber; Phd Ingeniería Industrial; Modelo para mejorar sistemas de producción y servicio; ESPOL; octubre 2007



2.4.1 Paso 1: Definición de los problemas del proceso.

En este primer paso se dialoga con el Jefe de Producción con el objetivo de conocer el proceso de fabricación, la situación de la empresa en lo que se refiere a toma de decisiones, intercambio de información entre departamentos, para luego identificar los problemas, cuantificarlos y por último seleccionarlos y priorizarlos (tabla 10).

Tabla 10. Paso 1: Definición de los problemas del proceso.			
Paso		Actividades	Método
1.1	Reunión con el Jefe de producción.	<ul style="list-style-type: none"> Problemas del proceso de producción 	Encuesta
1.2	Medidas de Referencia	<ul style="list-style-type: none"> Medición de la producción, Tiempo de Ciclo, Calidad, etc. 	Mediciones de campo.
1.3	Identificar problemas del proceso	<ul style="list-style-type: none"> Problemas de: <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Cultura</i>.- Actitudes, valores, creencias, expectativas y costumbres ✓ <i>Proceso</i>.- Actividades, secuencias, distribución. ✓ <i>Tecnología</i>.- Maquinaria 	Análisis
1.4	Priorizar y seleccionar	<ul style="list-style-type: none"> Establecer frecuencia. 	Análisis

Fuente: Kleber Barcia, Modelo para mejorar sistemas de producción y servicio, octubre 2007
Realizado: José Adolfo

2.4.2 Paso 2: Identificación de los desperdicios

El propósito de este paso es el realizar encuestas en el lugar de trabajo, recopilando opiniones del personal, para luego analizar esta información y clasificarla de acuerdo a los tipos de desperdicios según se anotó en el apartado 2.2.2 y posteriormente para establecer su prioridad (Tabla 11).



Tabla 11. Paso 2: Identificación de desperdicios

Paso		Actividades	Método
2.1	Preparación de la entrevista	<ul style="list-style-type: none"> Observación del proceso a mejorar. Seleccionar las preguntas a usar. Seleccionar participante de la entrevista. Hacer cita. Establecer Agenda de la entrevista 	Análisis
2.2	Entrevista al personal seleccionado	<ul style="list-style-type: none"> Problemas de Cultura. Problemas de Producción. Problemas de Tecnología 	Encuestas
2.3	Analizar Datos	<ul style="list-style-type: none"> Revisar y completar datos. Clasificar datos. Realizar análisis 	Análisis
2.4	Interpretar resultados y clasificar desperdicios.	Clasificar desperdicios: ✓ de alta prioridad ✓ de baja prioridad	Análisis

Fuente: Kleber Barcia, Modelo para mejorar sistemas de producción y servicio, octubre 2007
Realizado: José Adolfo

2.4.3 Paso 3: Eliminación de desperdicios.

Una vez identificados y priorizados los desperdicios se hacen uso de las herramientas para la solución citadas en el apartado 2.2.4 para eliminar los desperdicios, en este punto se establecen metas, estrategias, comunicación del plan a todo el personal el cual participará, para lo cual se le deberá entrenar sobre las técnicas *lean* a utilizar.

Tabla 12. Paso 3: Eliminación de los desperdicios

Paso		Actividades	Método
3.1	Planear eliminación de desperdicios	<ul style="list-style-type: none"> Establecer metas. Determinar restricciones. Evaluación de Alternativas. Asignación de acciones 	Reunión y análisis
3.2	Comunicar plan	<ul style="list-style-type: none"> Informar el plan 	Reunión
3.3	Implementar plan	<ul style="list-style-type: none"> Elegir técnica Lean. Entrenar al personal. Aplicar técnicas 	Reunión, Capacitación

Fuente: Kleber Barcia, Modelo para mejorar sistemas de producción y servicio, octubre 2007
Elaborado: José Adolfo



2.4.4 Paso 4: Medición y evaluación.

Luego de la implementación se realizan nuevas mediciones para obtener datos cuantitativos del impacto de la utilización de la técnicas *Lean*, conocer si las metas se han cumplido y como aspecto importante la retroalimentación para conocer si son necesarias nuevas mejoras.

Paso		Actividades	Método
4.1	Realizar medidas después de mejoras	<ul style="list-style-type: none">Medición de la producción,Tiempo de Ciclo,Calidad, etc.	Mediciones
4.2	Comparar Mediciones	<ul style="list-style-type: none">Nuevas mediciones	Análisis
4.3	Comunicar resultados	<ul style="list-style-type: none">Resultados obtenidos	Reunión

Fuente: Kleber Barcia, Modelo para mejorar sistemas de producción y servicio, octubre 2007
Realizado: José Adolfo



“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

3

APLICACIÓN DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR



3 APLICACIÓN DEL MAPEO DE FLUJO DE VALOR

3.1 Introducción.

En esta sección se aplica el Mapeo de flujo de valor (Value stream mapping), con el afán de mostrar la potencialidad de la metodología *Lean Production*, en el camino para alcanzar la eliminación de los desperdicios. Por tanto quedarán sentadas las bases y la secuencia a seguir para la posible implementación de esta teoría, siendo la presente tesis un documento de evaluación de la situación actual de la empresa para luego proponer en el capítulo 4 el estado de situación futura, por lo que algunos pasos son únicamente mencionados, en la teoría descrita anteriormente; orientándonos en especial al estudio de la capacidad de la producción y la aplicabilidad de sistema de gestión de procesos para la mejora continua.

Descripción de la empresa CEM AUSTROGAS.

La siguiente tabla muestra la descripción general de la empresa:

Tabla 14: Descripción general de la empresa.	
Empresa:	CEM AUSTROGAS
Actividad:	Envasado de GLP
Descripción del proyecto:	Estudio de la capacidad de producción Aplicando <i>Lean Production</i> .
Número de operarios en la línea del negocio:	11
Línea del negocio:	Comercialización de GLP
Procesos principales:	Envasado
Configuración Producto/proceso VATI:	I (materia prima GLP)
Número de referencia en la familia de productos:	4
Tipo de distribución de planta:	En línea
Producción contra stock, bajo pedido:	Contra Stock.
<i>Realizado: José Adolfo</i>	



3.2 Etapas de aplicación de la cadena de flujo de valor.

3.2.1 Elección de familia de productos.

Como primer paso del VSM se eligen las familias de productos de la empresa de Economía Mixta Austrogas que es en la que se realiza el presente estudio.

Se ha elegido tres familias de productos tomando en cuenta las operaciones y maquinaria en común utilizadas, y el mix de productos que en la sección de envasado se procesan (98,75% cilindros de 15 Kg.), como se anotó en la **sección 1.5.** siendo la primera familia conformada únicamente por los cilindros de Austrogas, la segunda por Agipgas, y Congas como una tercera familia, además una cuarta familia: Duragas; que se la toma en cuenta como caso especial, aunque no se envasan estos cilindros se realizará más adelante en el estudio para analizar si generan o no desperdicios.

Familia 1.- Austrogas.

Familia 2.- Agipgas, y

Familia 3.- Congas

Familia 4.- Duragas.

Tabla 15: Familia de Productos															
PPRODUCTOS	OPERACIONES														
	Descarga/Clasificar	Almacenaje	Estibaje	Descarga/Carga (cadena)	Pegar etiqueta	Tarar	Envasar	Tarar (automático)	Verificar/Hermetizar	Sellar	Verif. Fugas (P. estanqueidad)	Estibar	Almacenar	Descarga/Carga (cadena)	Cargar camión
AUSTROGAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AGIPGAS	X		X	X		X	X	X	X	X	X				X
CONGAS	X		X	X		X	X	X	X	X	X				X
DURAGAS	X	X													X

Elaborado: José Adolfo



3.3 Mapa del estado actual.

Se realiza el análisis de cada una de las familias de productos, en dicho análisis se identifican los flujos de los materiales y de información, para los que se recolectan los datos necesarios como se citó en el capítulo 2.

3.3.1.1 CEM AUSTROGAS PRODUCTOS

CEM Austrogas se dedica al envasado de cilindros de tres tipos de comercializadora, Agipgas, Congas, y Austrogas; los cuales deben cumplir requerimientos de calidad (cilindros en buenas condiciones físicas), seguridad (fugas) y cantidad (peso) del producto en sí, que es el GLP, según normativas establecidas por la Dirección Nacional de Hidrocarburos; además esta misma obliga al intercambio de cilindros de diferentes colores por lo que también ingresan a la compañía cilindros pertenecientes a Duragas. Debido a las diferentes políticas de cada empresa los cilindros poseen diferentes características en lo que nos referimos a las válvulas, condiciones físicas; lo que ocasiona diferentes tiempos de llenado según la comercializadora.

Tabla 16: Descripción de productos.	
PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
✓ Austrogas	Se envasan los cilindros para generar un Stock, tanto al ingreso como al final del proceso; lo que genera inventarios.
✓ Agipgas y Congas	Según llegan los cilindros se procede al envasado sin generar ningún inventario final.
✓ Duragas	Son intercambiados por cilindros blancos, se genera un inventario de cilindros amarillos que esperan ser intercambiados por alguna de las comercializadoras (Austrogas y/o Duragas).

Elaborado: José Adolfo.



3.3.1.2 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.

Los requerimientos de los clientes incluyen la demanda mensual de cilindros envasados; en unidades, kilogramos y toneladas de GLP; así como también el número de unidades que se retiran por cada pedido, pack size; e inclusive la maquinaria que involucra el proceso de envasado, que dependiendo del cilindro de determinada comercializadora serán las balanzas estacionarias y/o carrusel automático de envasado.

Tabla 17: Requerimientos de los clientes.

COMERCIALIZADORA	REQUERIMIENTOS			Pack size.	Equipo
	Cil./mes	Kg./mes	Ton./mes		
• AUSTROGAS	183346	2750195	2750	156 / 168	Carrusel / Bal. Estacionarias
• AGIPGAS	79611	1194172	1194	273 / 336	Carrusel
• CONGAS	21990	329847	330	273 / 336	Carrusel
• DURAGAS	62 *	0	0	62	Ninguno

* Llegan en promedio de 62 cilindros/día, lo que genera inventario.

Elaborado: José Adolfo.

3.3.1.3 PROCESO DE PRODUCCIÓN.

El proceso de envasado involucra principalmente el llenado de los cilindros con GLP pero además son necesarias operaciones de carga descarga, almacenaje, control de calidad (verificación de fugas y peso), y sellado; como se indica en los **Anexos 2 y 3**.

3.3.1.4 TIEMPO DE TRABAJO (Work Time)

- ✓ 22 días al mes.
- ✓ De lunes a viernes, y sábado medio día.
- ✓ 11 horas de trabajo, horas extras si es necesario.
- ✓ 15 minutos desayuno.
- ✓ 30 minutos para almuerzo.



Tabla 18: Tiempo de trabajo. Work time

Detalle jornada de trabajo		
Inicia	Termina	Actividad/Envasado
5:00	5:15	Set up (preparación)
5:15	7:00	Austrogas
7:00	8:30	Agipgas
8:30	16:30	Austrogas, Agipgas, Congas

Elaborado: José Adolfo.

La jornada de trabajo, que corresponde a 11,25 horas, se divide para los cilindros de las diferentes comercializadoras según su porcentaje correspondiente como se describió en el apartado 1.8 Envasado de GLP.

Tabla 19: Detalle jornada de trabajo.

Comercializadora	% envasado	Tiempo aprox. para el envasado
Austrogas	64	7,20 h.
Agipgas	28	3,15 h.
Congas	8	0,90 h
Total	100	11,25 h.

Elaborado: José Adolfo.

En lo que se refiere a la mano de obra, en la planta laboran hasta 11 operarios, los que ingresan y salen en diferentes horarios como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 20: Detalle de ingreso y salida de M.O.

HORARIOS			
HORA	INGRESO	SALIDA	TOTAL
[hora]	[hombre]	[hombre]	[hombre]
5:00	5		5
7:00	2		7
8:00	4		11
13:30		5	6
14:00	1		7
15:30		2	5
16:30		5	0

Elaborado: José Adolfo



3.3.1.5 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

3.3.1.5.1 Programación.

Se programa el envasado según metas mensuales, ya que se asignan cupos (toneladas de GLP) de acuerdo a criterios una *Comisión Interinstitucional según decreto #1859 del Registro Oficial #1364 con fecha 26 de septiembre de 2006*, como: ventas, mercado de cilindros, entre otros; por esta razón el objetivo de la programación se coordina con ventas (ampliación de mercado), para determinar cuánto se debe envasar. Además durante lunes a viernes se va generando un stock de producto terminado (cilindros llenos); con el propósito de aliviar la carga de los días sábados, día en el cual se trabaja medio día. Según esta programación se imprimen diariamente órdenes de producción que son entregadas al supervisor de envasado. Paralelamente a este proceso de envasado se da el mismo servicio a las Comercializadoras: Agipgas y Congas; las que almacenan, conforme a acuerdos legales entre las comercializadoras, GLP en nuestras instalaciones.

En la **tabla 21** se muestran los datos necesarios para el Mapeo de Flujo de Valor (VSM, Value Stream Mapping), en las balanzas automáticas y carrusel; según las familias de productos.



Tabla 21: Colección de Datos para el Mapa de Flujo de Valor. (Value Stream Mapping Data Set)

	Descarga	Transporte Cadena 1	Tarado manual	Envasado			Tarado automático	Verificar y hermetizar	Prueba estanqueidad	Transporte cadena 4	Estibar	Descargar	Transporte cadena 5	Carga
				Austrogas.	Agipgas.	Congas.								
<i>manual/automático</i>	<i>manual</i>	<i>automático</i>	<i>manual</i>	<i>automático</i>	<i>automático</i>	<i>automático</i>	<i>automático</i>	<i>manual</i>	<i>automático</i>	<i>automático</i>	<i>manual</i>	<i>manual</i>	<i>automático</i>	<i>manual</i>
<i>Distancia/recorrido</i>	<i>0 m.</i>	<i>34 m.</i>	<i>0 m.</i>	<i>16 m.</i>	<i>16 m.</i>	<i>16 m.</i>	<i>0 m.</i>	<i>3 m.</i>	<i>14 m.</i>	<i>26 m.</i>	<i>0 m.</i>	<i>0 m.</i>	<i>37 m.</i>	<i>0 m.</i>
<i>Tiempo de ciclo</i>	<i>2,6 seg</i>	<i>1,33 seg.</i>	<i>1,2 seg.</i>	<i>51,98 seg.</i>	<i>54,94 seg</i>	<i>54,03 seg.</i>	<i>3,18 seg.</i>	<i>1,2 seg.</i>	<i>1,69 seg.</i>	<i>1,2 seg.</i>	<i>2,19 seg.</i>	<i>2,06 seg.</i>	<i>1,75 seg.</i>	<i>2,19 seg.</i>
<i>Lead time</i>	<i>2,6 seg</i>	<i>143 seg.</i>	<i>1,2 seg.</i>	<i>70,1 seg.</i>	<i>70,1 seg.</i>	<i>70,1 seg.</i>	<i>3,18 seg.</i>	<i>18 seg.</i>	<i>47 seg.</i>	<i>100 seg.</i>	<i>2,19 seg.</i>	<i>2,06 seg.</i>	<i>102 seg.</i>	<i>2,19 seg.</i>
<i>Tamaño del lote</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>	<i>1 cil.</i>
<i># operadores</i>	<i>2 a 4</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>2 a 4</i>	<i>2 a 4</i>	<i>0</i>	<i>2 a 4</i>
<i>Cambio/set up</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0 seg.</i>
<i>Fiabilidad</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>97%</i>	<i>97%</i>	<i>97%</i>	<i>97%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>
<i>Inventario</i>	<i>156 - 168</i>	<i>91</i>	<i>16</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>82</i>	<i>2377 máx.</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

Balanzas Estacionarias

	Descarga	Envasado	Hermetizado y sellado	Estibar	Carga
<i>manual/automático</i>	<i>manual</i>	<i>automático</i>	<i>manual</i>	<i>manual</i>	<i>manual</i>
<i>Distancia/recorrido</i>	<i>0</i>	<i>7</i>	<i>6</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Tiempo de ciclo</i>	<i>4,11 seg.</i>	<i>16,32 seg.</i>	<i>5,5</i>	<i>2,19 seg.</i>	<i>4,39</i>
<i>Lead time</i>	<i>4,11 seg.</i>	<i>81,82 seg.</i>	<i>5,5</i>	<i>2,19 seg.</i>	<i>4,39</i>
<i>Tamaño del lote</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Cambio/set up</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0 seg.</i>	<i>0</i>
<i>Fiabilidad</i>	<i>100%</i>		<i>100%</i>	<i>1</i>	<i>100%</i>
<i>Inventario</i>	<i>1327</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1327</i>	<i>0</i>

Elaborado: José Adolfo

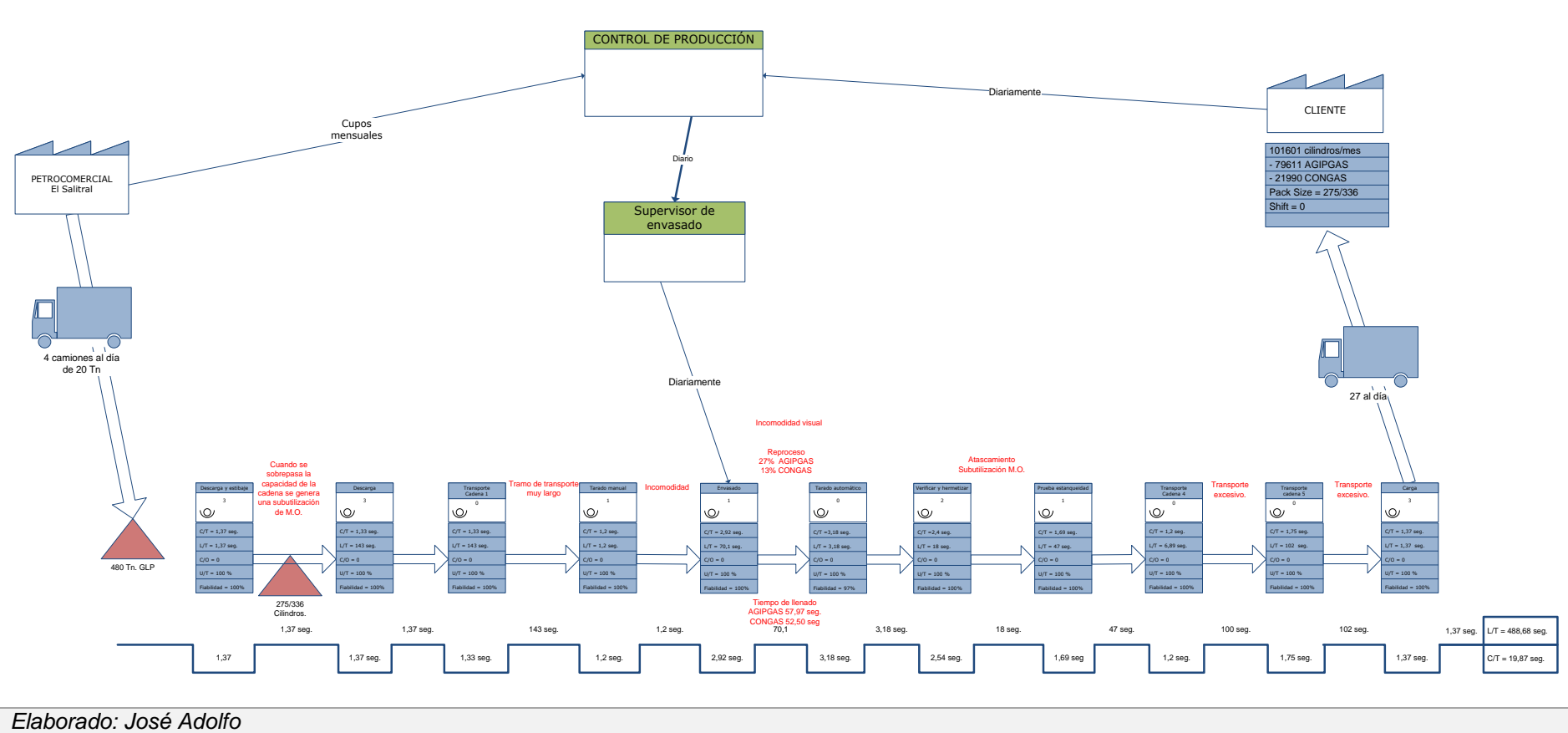


“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

Gráfico 23 : Mapa de Flujo de Valor Actual. (VSM, Value Stream Mapping)

Familia. 2: Agipgas

Familia. 3: Congas





3.3.2 Valor agregado.

Las distribuidoras, que son nuestros clientes inmediatos, solamente pagaran por la cantidad de GLP envasado, el resto de operaciones serán actividades que no agregan valor al producto; como son: cargas, descargas, apilamiento, esperas, almacenaje, transporte, utilización de mano de obra extra, reproceso, entre otros; estos desperdicios están en el caso de las balanzas automáticas en el orden del **13%**; mientras que en el carrusel oscilan entre el **87, 86, y 87 por ciento** en el envasado de cilindros correspondientes a: Agipgas, Congas, y Austrogas respectivamente. Se analizan en el presente trabajo y siguiendo el lineamiento de *Lean production*, los desperdicios que deberían eliminarse o en su defecto reducirse al máximo; como se muestran con más detalle en los anexos 26, 27, y 28

Tabla 22: Tiempos de valor agregado y no agregado.

Maquinaria utilizada	Productos	VA		VNA	
		[seg.]	%	[seg.]	%
Bal. Estacionarias.	Austrogas	73,3	87%	10,69	13%
Carrusel	Austrogas	57,95	13%	375,08	87%
	Agipgas	61,15	14%	370,7	86%
	Congas	55,68	13%	370,7	87%

Elaborado: José Adolfo

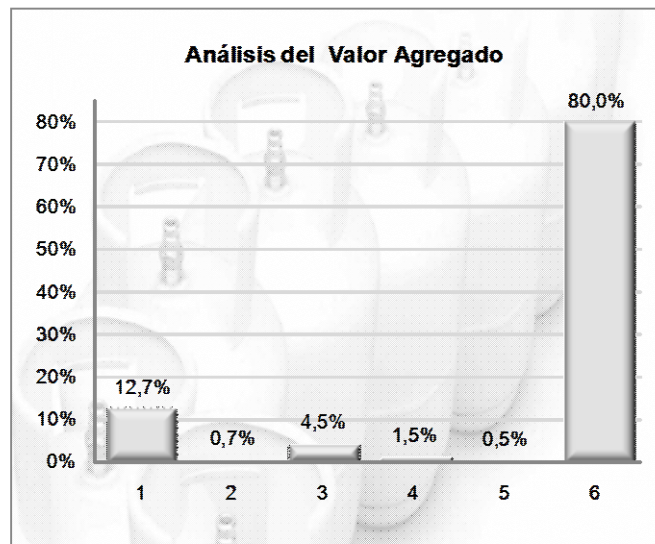


“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

Tabla 23: Análisis del Valor Agregado en la Planta de envasado
Familia: Austrogas.

ANÁLISIS DEL VALOR AGREGADO EN LA PLANTA DE ENVASADO								
Situación :		ACTUAL			Empresa:		CEM AUSTROGAS	
Elaborado por:		José Adolfo			Familia:		Austrogas	
Fecha de elaboración:					Proceso:		Envasado	
Nº	VA Real		VNA				ACTIVIDAD	Tiempos unitarios [seg.]
	VA Cliente	VA Empresa	Control	Movimiento	Espera	Transporte		
1				X			Descarga y estibaje	1,37
2				X			Descarga	1,37
3						X	Transporte Cadena 1	143
4			X				Tarado manual	1,2
7	X						Envasado	54,77
8		X					Tarado automático	3,18
9			X				Verificar y hermetizar	2,4
10			X				Prueba estanqueidad	15,9
11						X	Transporte cadena 4	100
12					X		Estibar	2,19
13				X			Descargar	2,19
14						X	Transporte cadena 5	102
15				X			Carga	1,46
TOTAL [seg.]								431,03

RESUMEN			
Nº	ACTIVIDADES	Tiempo	%
1	VAC	54,77	12,7%
2	VAE	3,18	0,7%
3	CON	19,5	4,5%
4	MOV	6,39	1,5%
5	ESP	2,19	0,5%
6	TRA	345	80,0%
TOTAL [seg.]		431,03	100,0%
VA [seg.]		57,95	
% VA [seg.]		13%	



Elaborado José Adolfo



3.3.3 Identificación de los tipos de desperdicio.

Paralelamente al mapeo de flujo de valor; se identifican los tipos de desperdicios con la inspección en el área de trabajo y la realización de encuestas, los resultados de esta encuesta se muestran a continuación en la tabla 24.

Tabla 24: Identificación de desperdicios. Resultados de encuesta									
DESPERDICIO	Entrevistados						TOTAL	%	
	1	2	3	4	5	6			
CULTURA									
3	Esperas	1	1	2	1	0	1	6	50,00%
4	Recurso humano	0	2	1	1	0	1	5	33,33%
PROCESO									
5	Sobreproducción	0	1	1	0	1	1	4	66,67%
6	Inventario	0	1	1	0	1	1	4	66,67%
7	Proceso	1	2	2	2	2	2	11	61,11%
8	Esperas	1	1	2	1	1	2	8	66,67%
9	Recurso humano	0	0	0	1	0	1	2	33,33%
10	Transporte	0	0	1	0	1	0	2	33,33%
TECNOLOGIA									
11	Inventario	0	1	1	0	1	0	3	50,00%
12	Esperas	1	1	1	1	1	0	5	20,83%
13	Recurso humano	1	0	1	0	0	0	2	16,67%

Elaborado: José Adolfo.



“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

Tabla 25: Identificación de desperdicios. Inspección en el lugar de trabajo.

Desperdicio	Descripción			
	Familia 1	Familia 2	Familia 3	Familia 4
	Austrogas	Agipgas	Congas	Duragas.
1. Sobreproducción	Inventario de producto terminado			
2. Inventario	Inventario en la entrada del proceso.	Inventario en la entrada del proceso.	Inventario en la entrada del proceso.	Inventario de cilindros amarillos.
3. Defectos	15 % reproceso	23 % reproceso	13 % reproceso	
4. Proceso	Atascamiento en cuba	Atascamiento en cuba	Atascamiento en cuba	
5. Esperas	Cadena no disponible Carrusel lleno	Cadena no disponible Carrusel lleno	Cadena no disponible Carrusel lleno	
6. Recurso humano				
7. Movimiento	Apilar, descargar	Apilar, descargar	Apilar, descargar	
8. Transporte	Tramos muy largos	Tramos muy largos	Tramos muy largos	
9. Materiales y recursos	Sellos, toroides	Sellos, toroides	Sellos, toroides	

Elaborado. José Adolfo.



3.3.4 Identificación de las principales causas.

Para la identificación de las causas de los desperdicios se hace uso de herramientas Kaizen para el mejoramiento continuo y a la vez los resultados de las encuestas; combinando dos puntos de vista: el de los operarios, que son los que diariamente realizan el trabajo y conocen perfectamente los tipos de desperdicios generados en la planta de envasado; por otra parte, el punto de vista del investigador, que pone a criterio las impresiones que se generaron durante el análisis y al recorrer el área de trabajo intercambiando criterios con el personal; el resultado será la identificación plena de todos los problemas que están presentes el proceso de envasado.

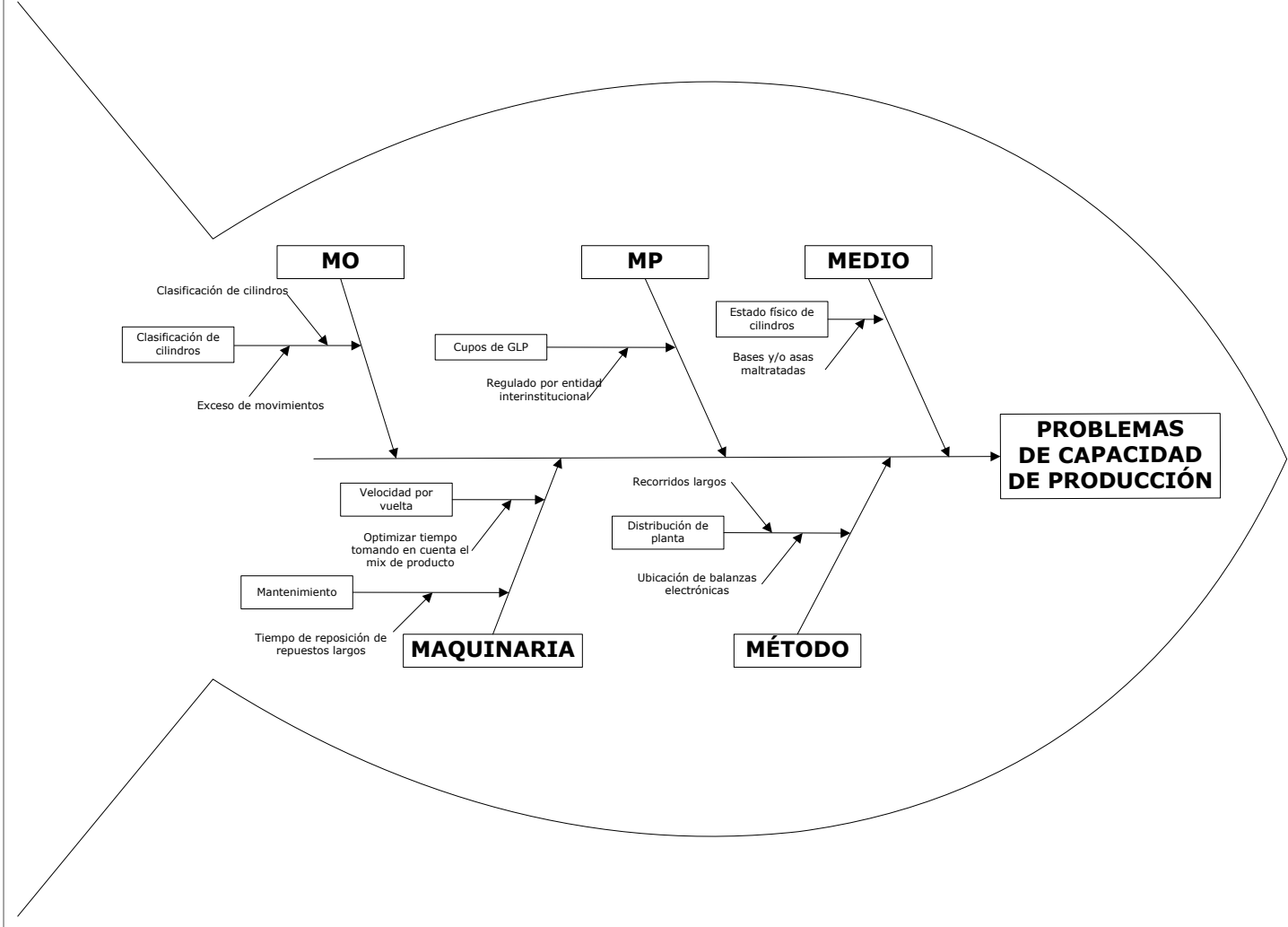
Tabla 26: Identificación de las causas de los desperdicios.

Causas de Desperdicio	Desperdicio Identificado	Mejor Técnica Lean
Alta Prioridad		
No se informa del daño en las maquinarias. Falta de espacio.	Cultura-Espera	Trabajo en equipo
Se tienen metas que cumplir. Se genera stock para el día siguiente.	Proceso-Sobreproducción	Sistema Pull
Pasan por el tarador, y el tarado automático.	Proceso-Inventario	Sistema pull
Cilindros subllenados, y con fugas. Debido a válvulas defectuosas, cilindros subllenados.	Proceso-proceso	Poka-Yoke Six-Sigma
No existe rotación planificada en los puestos de trabajo.	Proceso-esperas	Balance de trabajo
Se cuenta con poco espacio, para trabajo y almacenaje	Tecnología-Inventario	Sistema Pull
Baja Prioridad		
A veces no se toman en cuenta las propuestas. No tienen entrenamiento, trabajan mecánicamente.	Cultura-RRHH	Trabajo en equipo, Capacitación.
No se informa del daño en las maquinarias.	Proceso-RRHH	Trabajo en equipo, Capacitación
Necesitan ser almacenados, para generar un stock. Mediante las cadenas transportadoras.	Proceso-transporte	Distribución de planta
Falta de comunicación.	Tecnología-esperas	Trabajo en equipo
Presupuesto limitado.	Tecnología-RRHH	Trabajo en equipo

Elaborado: José Adolfo.



Gráfico 24: Análisis de Causas. Diagrama de Ishikawa



Elaborado: José Adolfo



Tabla 27: Acciones correctivas.

PROBLEMA	CAUSA	ACCIÓN
Exceso de movimientos. Falta de espacio.	<ul style="list-style-type: none"> •Número de estibadores asignados para la descarga. •Se excede la capacidad de la cadena. 	<ul style="list-style-type: none"> •Asignar el número adecuado de estibadores. •Establecer capacidad de las cadenas.
Estado físico de cilindros.	<ul style="list-style-type: none"> •Clasificación previa inadecuada. •Tratamiento inadecuado de cilindros por parte de distribuidores 	<ul style="list-style-type: none"> •Mejorar la inspección de cilindros antes de colocar en la cadena. •Realizar, en lo posible, un enderezado previo a las bases. •Incentivar al mejor trato de los cilindros a los distribuidores.
Tipos de válvula.	<ul style="list-style-type: none"> •Único proveedor en el país Esaín. •Cada comercializadora coloca de acuerdo a criterios propios, determinado tipo de válvula. 	<ul style="list-style-type: none"> •Realizar un muestreo para determinar en porcentajes los tipos de válvulas que poseen los cilindros. •Determinar de acuerdo a las características de las válvulas, las más convenientes.
Velocidad por vuelta.	<ul style="list-style-type: none"> •No se conoce el tiempo óptimo para calibrar al carrusel. 	<ul style="list-style-type: none"> •Determinar tiempos promedios de llenado para cada comercializadora. •Establecer porcentajes de reproceso. •Disminuir el tiempo por vuelta del carrusel, para aumentar el número de cilindros procesados por vuelta.
Mantenimiento correctivo.	<ul style="list-style-type: none"> •La llegada de repuestos, tarda demasiado tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> •Aprovisionarse de repuestos indispensables.
Distribución de planta	<ul style="list-style-type: none"> •El carrusel y las balanzas electrónicas funcionan independientemente y con puntos de carga y descarga distintos. 	<ul style="list-style-type: none"> •Reubicar las balanzas electrónicas de tal forma que exista una sola entrada de materiales y una sola salida de producto terminado.

Elaborado: José Adolfo

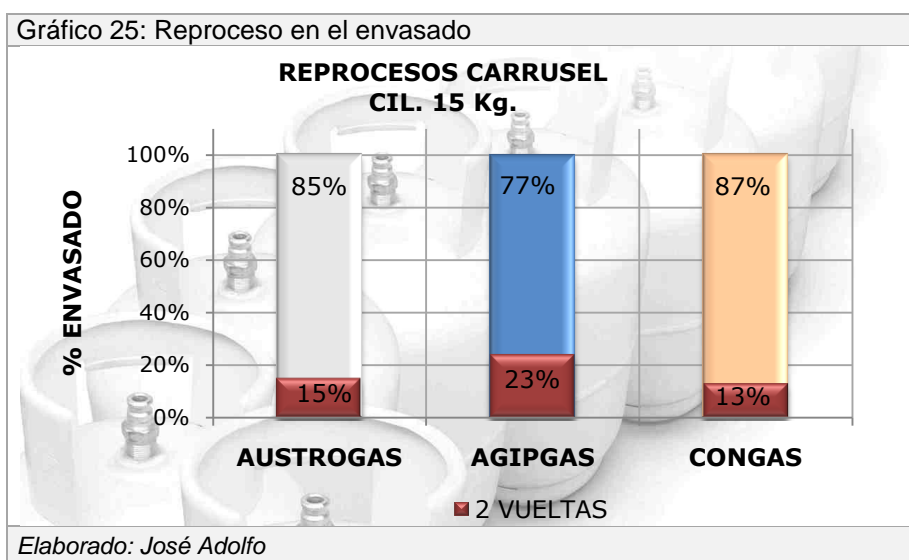


3.3.5 Análisis de las causas de desperdicios.

Se procede a realizar el análisis de la **capacidad de producción** de la planta de envasado, siguiendo el lineamiento de *Lean production*; para lo cual se miden los tiempos de cada proceso para establecer sus capacidades y así determinar el proceso regulador o restricción; se toma en cuenta además en cuenta el mix de productos, lo que es muy importante en el análisis ya que si bien es cierto que todos los cilindros envasados son de 15 kg. se presenta una variación de reproceso en el carrusel según el cilindro pertenezca a determinada comercializadora. Ver anexos 22.

En los resultados de la toma de tiempos se evidencia que:

- El proceso regulador es el tarado automático;
- Existe reproceso en el carrusel de envasado,
- La capacidad de la cadena 1 es superada por la capacidad de descarga por lo que existe un empuje (push) al momento de la descarga de los cilindros, generando inventarios.



Se nota que Agipgas presenta un mayor porcentaje de reproceso con un 23%; seguido de Autrogas con un 15% y por último Congas con el 13%.



Tabla 28: Tiempos en la planta de envasado.

Tiempo de operación [horas] : 11,5

CARRUSEL					
OPERACION	Recorrido [m]	Tiempo [seg/uni.]	Capacidad [unid / min]	Capacidad [unid / hora]	MO [hombres]
Descarga		1,37	44	2625	3
Tarado manual		1,20	50	2998	1
Cadenas	1 34	1,33	45	2698	
	2 14	1,32	46	2731	
	3 21	1,69	36	2135	
	4 26	1,20	50	2988	
	5 37	1,75	34	2056	
Envasado		2,92	21	1247	
Tarado automático		3,18	19	1133	
Hemetizado		1,20	50	2988	
Sellado		1,20	50	2988	1
Carga		1,46	41	2463	3
TOTALES	132	19,84			8

Tiempo de operación [horas] : 8

BALANZAS AUTOMATICAS				
OPERACION	Tiempo [seg/uni.]	Capacidad [unid / min]	Capacidad [unid / hora]	MO [hombres]
Descarga	4,11	29	1750	2
Envasado	16,36	4	220	1
Hermet. y sellado	5,50	11	660	1
Carga	4,39	14	821	1
TOTAL HOMBRES	30,36			5

REPROCESOS	
COMERCIALIZADORA	%
AUSTROGAS	15
AGIPGAS	23
CONGAS	13

RECHAZADOS	
%	
3,7	

HORARIOS				
HORA [hora]	INGRESO [hombre]	SALIDA [hombre]	TOTAL [hombre]	
5:00	5		5	
7:00	2		7	
8:00	4		11	
13:30		5	6	
14:00	1		7	
15:30		2	5	
16:30		5	0	

Realizado: José Adolfo.



3.3.5.1 Tipos de válvula utilizadas.

Mediante hojas de verificación se determina el **tipo de válvulas** que utiliza cada comercializadora en sus cilindros, ya que esto afecta en el tiempo de llenado, luego de esto se realiza un muestreo para establecer qué cilindros y con qué tipo de válvula dan dos vueltas en el carrusel.

Tabla 29: Tipo de válvulas utilizadas por cada comercializadora.

	AUSTROGAS	AGIP	CONGAS
PIN GRUESO	51%	71%	34%
PIN DELGADO	49%	29%	66%
TOTAL	100%	100%	100%

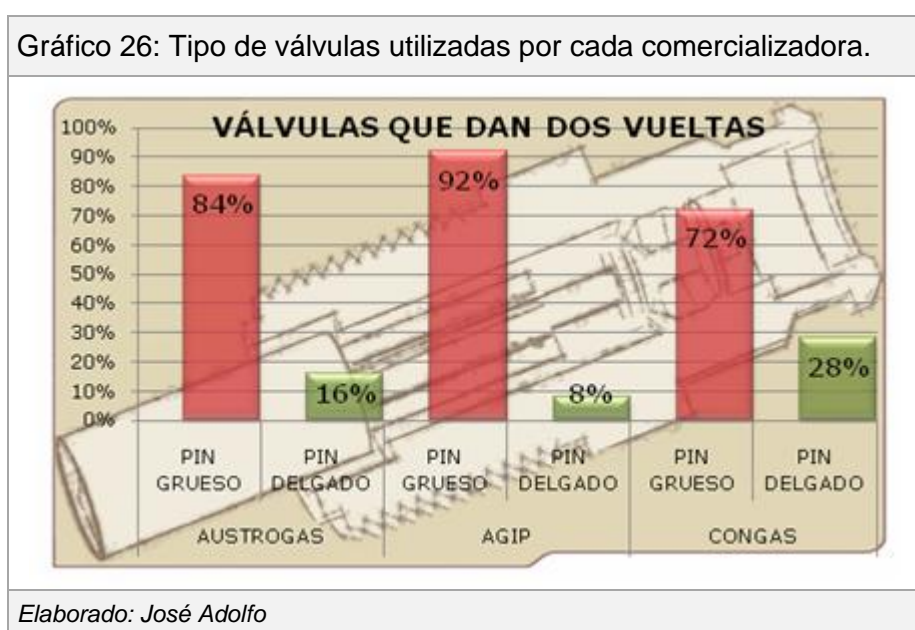
Elaborado: José Adolfo

Tabla 30: Tipo de válvulas que dan dos vueltas.

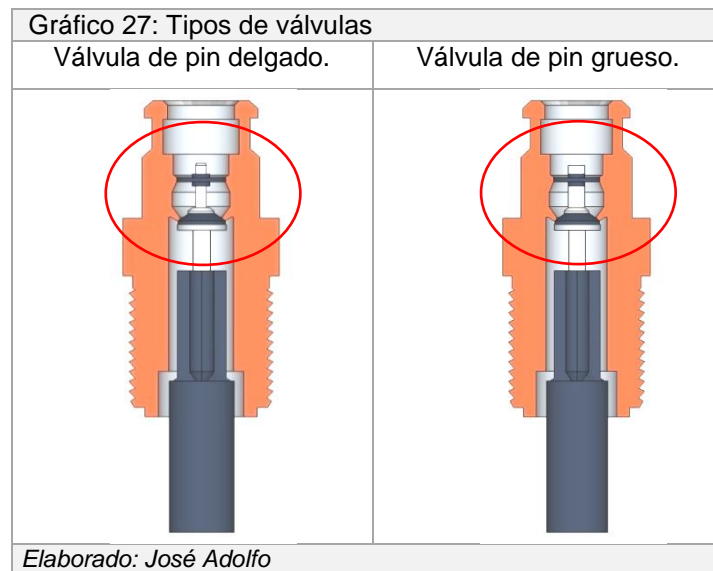
2 VUELTAS	AUSTROGAS		AGIP		CONGAS	
	PIN GRUESO	PIN DELGADO	PIN GRUESO	PIN DELGADO	PIN GRUESO	PIN DELGADO
	84%	16%	92%	8%	76%	24%
	100%		100%		100%	

Elaborado: José Adolfo

Gráfico 26: Tipo de válvulas utilizadas por cada comercializadora.



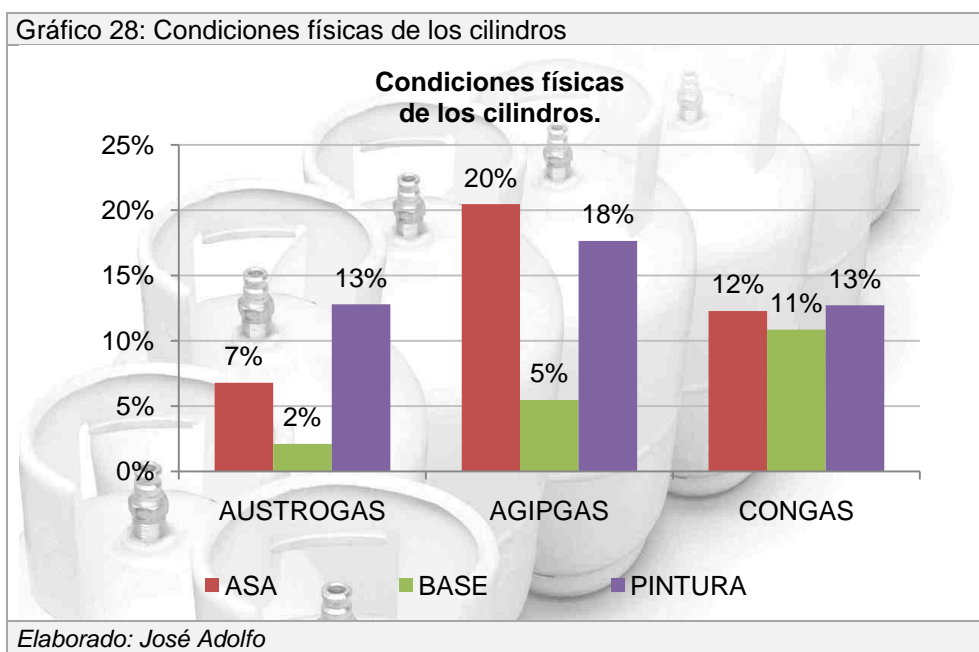
Se observa que Agipgas posee en mayor porcentaje válvulas con pin grueso (71%), seguido de Austrogas (51%), y por último Congas (34%). Además las válvulas que dan dos vueltas, como se puede observar en la tabla 26, son en mayor porcentaje las de pin grueso.



Es evidente que los cilindros que dan dos vueltas son de pin grueso, colocándose entre un 76 y 92 por ciento (*gráfico 27*).

3.3.5.2 Condiciones físicas de los cilindros.

Otro factor importante que determina el reproceso, son las condiciones físicas de los cilindros que ingresan al carrusel de envasado. Las bases en malas condiciones ocasionan un mal acople de la válvula con el cabezal de llenado, provocando fugas y mayores tiempos de llenado.



3.3.5.3 Tiempo de envasado.

El tipo de válvula que se utiliza en los cilindros es un factor determinante del tiempo de envasado, como se muestra a continuación.

Tabla 31: Tiempos de envasado.

	TIEMPO [seg.]							
	Promedio	70,1	67,2	64,3	61,3	58,4	55,5	52,6
AUSTROGAS	15%	5 %	8%	15%	17%	22, %	18%	
AGIPGAS	23%	5%	11%	18%	17%	18%	7,3%	
CONGAS	13%	2%	6%	13%	12%	32 %	22%	
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Realizado: José Adolfo

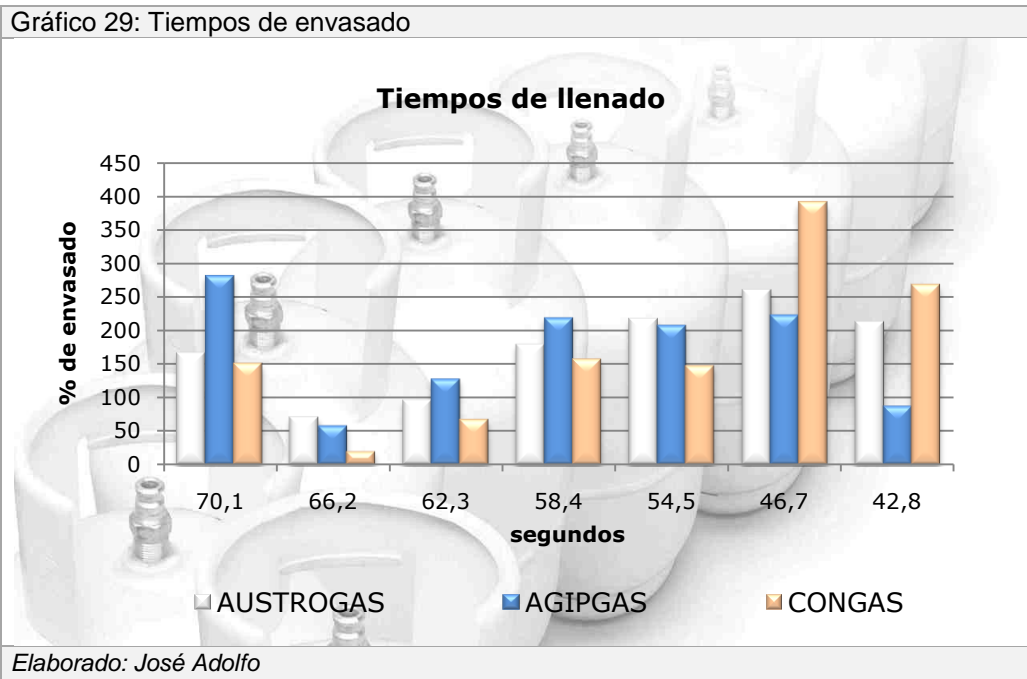


Tabla 32: Promedio tiempo de llenado.

Comercializadora	[seg.]
AUSTROGAS	52,38
AGIPGAS	54,28
CONGAS	49,98

Elaborado: José Adolfo



3.3.6 Costos generados por desperdicios.

3.3.6.1 Desperdicios por reproceso (carrusel).

Básicamente el reproceso en el carrusel implica el consumo de energía eléctrica; reprocesos que están en el orden de 15, 23, y 13 por ciento, en los casos de Austrogas, Agipgas, y Congas respectivamente.

Tabla 33: Costos generados por el carrusel de envasado.

COSTO POR ENERGÍA ELECTRICA CARRUSEL					
EQUIPO	CANT.	Potencia	Tiempo necesario	Energía consumida	
	[unid]	[Kw.]	[horas/mes]	[Kwh/mes]	[USD/mes]
Motor carrusel	1	2,2	247	543	43,18
BOMBA 1	1	37	247	9207	732,38
BOMBA 2	1	37	247	9207	732,38
Compresor	1	30	247	7366	585,90
Total potencia instalada				106,68	[Kw/mes]
Total energía				26322,70	[Kwh/mes]
Total servicio eléctrico mes				2.093,84	[USD/mes]
Total servicio eléctrico año				25.186,08	[USD/año]
<i>Elaborado: José Adolfo</i>					
<i>Fuente: Xavier Novillo</i>					

Tabla 34: Costos por desperdicios de reproceso. Energía eléctrica.

Comercializadora	Reproceso	Cost. Energía Eléctrica	
	%	[USD/mes]	[USD/año]
Austrogas	15%	201	2.412
Agipgas	23%	135	1.618
Congas	13%	22	261
TOTAL		358	4.292
<i>Elaborado: José Adolfo</i>			



3.3.6.2 Costos por sobre procesar.

Las operaciones que no agregan valor incurren en costos, principalmente las operaciones de carga y descarga de cilindros, a continuación se muestran los costos que genera el valor no agregado; en los anexos 25, se puede observar los valores con más detalle.

Tabla 35: Costos por sobre proceso. Mano de obra.		
Productos		Cost. M.O
		[USD/mes]
Bal. Estacionarias.	Austrogas	237
Carrusel	Austrogas	4.902
	Agipgas	1.629
	Congas	145
Total [USD/mes]		6.913
Total [USD/año]		82.954
<i>Elaborado: José Adolfo</i>		

3.3.6.3 Costos por transporte.

La distribución de planta actual compromete transportes de los productos en proceso y terminados, por tramos muy largos e innecesarios, estas acciones representan otro tipo de desperdicio (muda de transporte).

Tabla 36: Costos por transporte. Energía eléctrica.					
COSTO POR ENERGÍA ELECTRICA CADENAS TRANSPORTADORAS					
EQUIPO	CANT.	Potencia	Tiempo	Energía	[USD/mes]
	[unid]	[kw.]	necesario	consumida	
			[horas/mes]	[Kwh/mes]	
Cadena 1	1	2	247	494	39,26
Cadena 2	1	2	118	235	23,49
Cadena 3	1	1	247	247	19,63
Cadena 4	1	1	247	247	19,63
Cadena 5	1	5	247	1234	98,14
Total potencia instalada				11,00	[Kw/mes]
Total energía				2455,75	[Kwh/mes]
Total servicio eléctrico (mes)				200	[USD/mes]
Total servicio eléctrico (año)				2.402	[USD/año]
<i>Elaborado: José Adolfo</i>					
<i>Fuente: Xavier Novillo</i>					



“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

Tabla 37: Costos de energía eléctrica en las cadenas por espera

Comercializadora	Reproceso	Cost. Energía Eléctrica	
	%	[USD/mes]	[USD/año]
Austrogas	15%	231	2.767
Agipgas	23%	354	4.242
Congas	13%	200	2.398
TOTAL		784	9.407

Elaborado: José Adolfo



3.4 Mapa del estado futuro

3.4.1 Cálculo del Takt time.

$$takt\ time = \frac{tiempo\ disponible}{demanda\ del\ cliente}$$

Ecuación 6: Takt Time

Tabla 38: Cálculo del Takt Time					
Producto	Tiempo disponible día [segundos]		Demanda día [cilindros]	Takt time [seg./cil.]	Proceso regulador [seg./cil.]
Austrogas	Balanzas	21.600	917	23,56	16,36
	Carrusel	25.920	7.417	3,49	3,18
Agipgas	Carrusel	11.340	3.619	3,13	3,18
Congas	Carrusel	3.240	1.000	3,24	3,18
Promedio carrusel				3,29	
<i>Elaborado: José Adolfo.</i>					

Al calcular el Takt time se observa que la **capacidad de envasado** es superior a la demanda, comparando con la operación que restringe el proceso de envasado en cada una de las familias y con la maquinaria utilizada, lo que coincide en la realidad, refiriéndonos a la creación de inventario diario para la demanda de los días sábados. En el caso de Agipgas el takt time (3,13 seg.) exige una entrega del producto más rápida que la del sistema (3,18 seg.).

Conforme a la participación de cada comercializadora en el proceso de envasado se calcula la capacidad de producción, tomando en cuenta además las pérdidas por averías, segregación (producto no conforme), estructura o maquinaria utilizada (carrusel y balanzas electrónicas) y reproceso.



Tabla 39: Capacidad de la Planta de Envasado.

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	HORA
-------------------------	------

TIEMPO DISPONIBLE CARR.	1 [horas]
TIEMPO POR VUELTA	70,1 [seg.]
FAC. UTILIZACIÓN	98%
PERDIDAS POR: AVERÍAS	4,2%
RECHAZADOS	3,7%

TIEMPO DISPONIBLE BAL. ELE.	1 [horas]
FAC. UTILIZACIÓN	94%

PRODUCTO	ESTRUCTURA %		RENDIMIENTO POR PRODUCTO. %	TIEMPO EN CADA GRUPO		CAPACIDAD POR PRODUCTO EN CADA GRUPO		CAPACIDAD TOTAL		PRODUCCIÓN POSIBLE POR DESPERDICIOS		PERDIDA POR DESPERDICIOS %
	Carrusel	Bal. Auto.		[seg./uni.]	Bal. Auto. [seg./uni.]	[uni./hora]	[uni./hora]	[uni./hora]	[Ton./hora]	[uni./hora]	[Ton./hora]	
AUSTROGAS	64%	98%	85%	2,92	16,36	1030	206	1236	12	1141	11	23%
AGIPGAS	28%	0%	77%	2,92	16,36	924	0	924	4	829	3	31%
CONGAS	8%	0%	87%	2,92	16,36	1054	0	1054	1	959	1	20%
TOTAL	100%	98%								1113	17	20%

Elaborado: José Adolfo



3.4.2 Reducción del tiempo de ciclo.

Con el propósito de reducir el **tiempo de ciclo**, se evalúa la posibilidad de reducir el tiempo por vuelta del carrusel, tomando en cuenta los desperdicios por reproceso debido al mix de productos, enfocándonos básicamente en el aumento de la capacidad de producción.

Tabla 40: Variación del tiempo por vuelta del carrusel.

T. VUELTA [seg.]		70,1	64,96			
Comercializadora	Rendimto.	ESTRUCTURA	INICIAL	FINAL	DIFERENCIA	DIFERENCIA
	%	%	[Cil / hora]	[Cil / hora]	[cil/hora]	%
AUSTROGAS	81%	64%	934	955	21	2,23%
AGIPGAS	72%	28%	829	831	2	0,29%
CONGAS	81%	8%	959	949	-10	-1,00%
	TOTAL	100%	907	920	13	1,46%
<i>Elaborado: José Adolfo</i>						

Al reducir el tiempo por vuelta del carrusel a 64,96 segundos se obtiene un nuevo tiempo de ciclo de 3,61 segundos, lo que representa un aumento de 1,46% de la capacidad de producción equivalente a 146 cilindros adicionales al día.



Gráfico 30: Histograma de frecuencias. Hoja de cálculo EXCEL

SUMARIO DE LAS MÁQUINAS DE LLENADO PARA 15KG.

Del:	2009-01-06-05.0
Al:	2009-01-06-17.0
Impreso:	2009-01-09-08.5

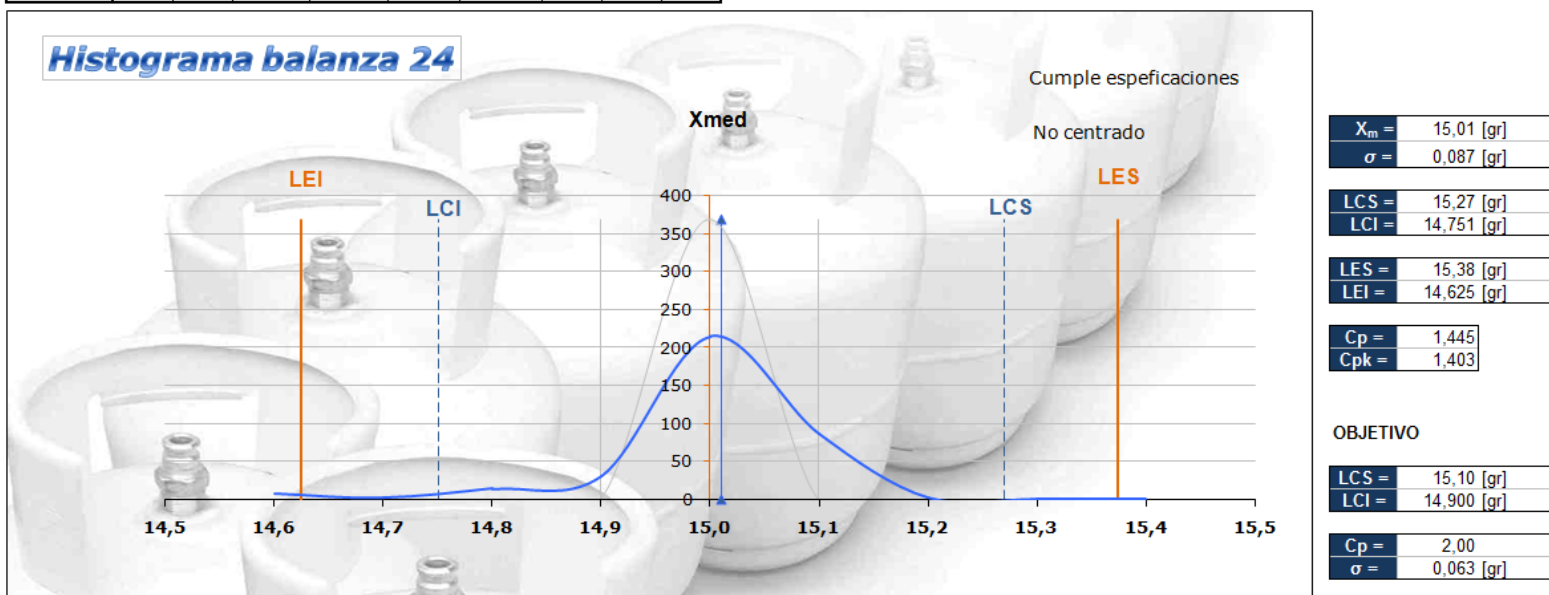
Actualizar

Guardar

IMPRIMIR

Especifica. [%]	2,5	± 375 [gr]
Objetivo. [%]	0,7	± 100,05 [gr]

Maq. Llenado	14,6	14,7	14,8	14,9	15	15,1	15,2	15,3	15,4	SUMA	% envasado	Reaction Time	Xm	R
24	8	3	15	32	215	88	4	2	2	369	100%	49	15,00	0,8
	2%	1%	4%	9%	58%	24%	1%	1%	1%					



Original: Diana Cambisaca
Adaptado : José Adolfo



Para analizar los datos obtenidos por el carrusel, se hace uso del histograma de frecuencias, para determinar el comportamiento del proceso de envasado, obteniendo gráficamente el comportamiento de la capacidad del proceso, y del cumplimiento de las especificaciones.

3.4.3 Envasado a comercializadoras.

En el apartado, 1.8 Análisis de registros de ventas y producción, se observa una demanda constante de GLP mensual de las comercializadoras Agipgas y Congas, con un envasado de: 79.611 y 21.990 cilindros en promedio mensuales respectivamente; al analizar la demanda diaria (anexos 25) se observa que el envasado es completamente variable; lo que afecta a Austrogas.

3.4.4 Proceso regulador.

Si comparamos las capacidades de las diferentes operaciones se evidencia que el proceso regulador es la balanza automática. En la práctica lo que en realidad regula a la producción es el llenado en el carrusel, debido al mix de productos que se envasan diariamente.



3.5 Alternativas de solución basada en el Mapa de estado futuro.

Luego del análisis realizado sobre los datos recogidos, en el transcurso del desarrollo de este trabajo, se observan los siguientes aspectos más relevantes que inciden en la producción, ya sea en su capacidad como también en la utilización de los recursos disponibles; y que a su vez ambos repercuten en la rentabilidad de la empresa; estos puntos se citan a continuación:

- ✓ Subutilización de mano de obra en los procesos de hermetizado y sellado.
- ✓ Subutilización de mano de obra en las operaciones de carga y descarga.
- ✓ Reproceso en el envasado.
- ✓ Transportes excesivos.
- ✓ Estrés o incomodidad en las pruebas de estanqueidad.
- ✓ Variabilidad en el envasado diario.

Se evalúan y se pone a consideración de la administración las posibles soluciones a cada uno de estos problemas (desperdicios):

3.5.1 Subutilización de mano de obra en los procesos de hermetizado y sellado.

En vista del nivel de producción de la empresa y el uso de mano de obra en las operaciones que en este punto se analizan (hermetizado y sellado), se justifica la automatización (**jidoka**).

Gráfico 31: Opciones de automatización.



Detección de fugas



Sellado

Elaborado: José Adolfo
Fuente: www.siraga.com

Análisis de posible inversión, Sistema de detección de Fugas

Inversión: **46.561 USD**

- Costo de sistema de detección de fugas: 32.780 USD FOB (Fuente: Ing. Diego Rojas)
- Costo por importación: 10.817.4 USD
- Energía consumida/año (1Kw): 2.964 USD/año

Ahorros: **8.376 USD/año**

- Costo anual de M.O. utilizada actualmente: 8.376 USD/año

$$ROI = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorros}}$$

$$ROI = \frac{46.561 \text{ USD}}{8.376 \text{ USD/año}} = 5,6 \text{ años}$$

3.5.2 Subutilización de mano de obra y espacio insuficiente.

Siendo este el problema de más alta prioridad se analizan las posibles soluciones para la eliminación de estos desperdicios generados por la



subutilización de mano de obra y los inventarios al inicio del proceso. Se proponen las siguientes alternativas:

- ✓ Establecimiento de políticas de envasado.
- ✓ Redistribución de Planta.
- ✓ Automatización.

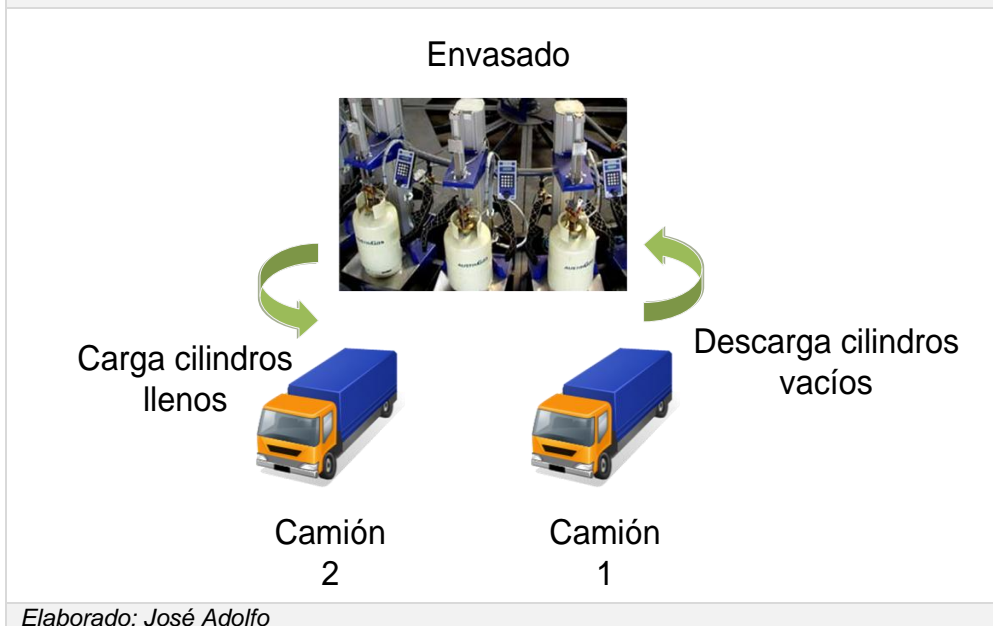
Justificación.

Para justificar la inversión del recurso humano, en la investigación de proveedores de maquinaria y el estudio de una nueva redistribución de planta, se enumeran los costos generados; y quedan a criterio de la empresa dar el inicio y seguimiento de esta potencial inversión para la reducción de costos. A continuación se exponen los costos generados por los desperdicios de subutilización de mano de obra (en carga y descarga) y transportes (cadenas):

- *M.O utilizada en carga y descarga 59.160 USD/año.*
- *Costo por transportes (energía eléctrica) 28.824 USD/año.*

Establecimiento de políticas de envasado.- La creación de políticas de envasado que apunten a los transportistas, lo que brindaría la posibilidad de eliminar la subutilización de la mano de obra, se propone como alternativa la posibilidad de iniciar solamente el proceso de llenado si está disponible un camión vacío para la carga de cilindros llenos. Al inicio de la jornada debería llegar directamente a la planta de envasado dos camiones; del camión 1 se procedería a descargar y colocar a los cilindros en la cadena transportadora; los que una vez llenados serían cargados inmediatamente en un segundo camión. Esta posible solución tiene el objeto de eliminar la subutilización de la mano de obra, y aliviaría espacio; al inicio y fin del proceso de envasado.

Gráfico 32. Alternativa 1: Políticas de envasado.



Redistribución de Planta.- La sección de envasado cuenta con dos sistemas de llenado, el carrusel de llenado y las balanzas estacionarias, que trabajan independientemente generando inventarios en diferentes lugares; además la distribución actual compromete transportes demasiados largos, de igual forma con una nueva distribución se dispondría mayor espacio ya con el propósito de aplicar un sistema de transporte con montacargas y el paletizado automático.

Automatización (jidoka).- La posible aplicación de montacargas y el paletizado automático, disminuiría la subutilización de mano de obra. Existen además operaciones como son: el sellado y la detección de fugas, que también están propensas a la automatización. (muda, mura, muri).

Gráfico 33: Opciones de automatización.



Montacargas



Paletizado Automático

Elaborado: José Adolfo
Fuente: www.siraga.com



3.5.3 Reproceso en el envasado.

Como se anotó el reproceso es generado por: el tipo de válvulas que se utilizan actualmente cada comercializadora, con sus respectivos porcentajes, y además las condiciones físicas de los cilindros que ingresan al carrusel. Se consideran tres alternativas de mejora:

- ✓ Políticas dirigidas a clientes.
- ✓ Cambio de válvulas
- ✓ Sistema de sujeción (Poka Yoke).

Justificación.

De igual forma los desperdicios por reproceso, generan gastos para la empresa y se detalla a continuación:

- *Costo por energía eléctrica (cadenas): 9.407 USD/año*
- *Costo por energía eléctrica (carrusel): 4.292 USD/año*

Políticas a clientes.- Como primera opción se plantea revisar el contrato de servicio de envasado que brinda la empresa CEM Austrogas hacia las compañías: Agipgas y Congas, estudiando la posibilidad de:

- ✓ Que se clasifique los cilindros en las propias instalaciones de cada comercializadora, enviando solamente cilindros en buenas condiciones. Lo que reduciría la utilización de mano de obra en la clasificación y gestión de cilindros defectuosos.
- ✓ Incentivar si existe menos reproceso.
- ✓ Penalizar mediante el cobro adicional según el reproceso.

Cambio de tipo de válvula.- El tipo de válvula (*gráfico 27*) que posee el cilindro y que influye directamente en el reproceso dentro el carrusel de envasado, por lo que se analiza la posibilidad de reemplazar el tipo de válvula a los cilindros, para lo cual se analiza el tiempo generado por reproceso, y el

potencial aumento de la capacidad de envasado, este cambio se aplicaría en Austrogas ya que es una variable que se puede controlar.

Implementación de sistema de sujeción de cilindros-. (Poka Yoke).- Ya que las condiciones físicas de los cilindros son variables que están fuera del control de la empresa, se propone un sistema anti errores (poka Yoke), el sistema al tener 4 puntos de contacto (y no dos como se lleva actualmente) contribuirá al correcto alineamiento vertical del cilindro y a su vez de la válvula con el cabezal de llenado.

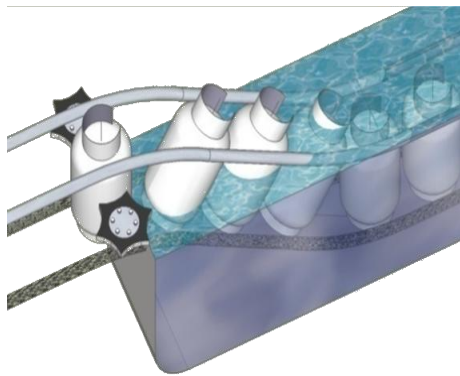


3.5.4 Eliminación de muda, mura, muri.

Cualquier incomodidad o estrés que se presente para el operario, representa un muda. En la operación de *Prueba de estanqueidad* se observó que existe un atascamiento de los cilindros; si bien el operador debe verificar que no existan fugas en el cuerpo del cilindro también, a causa del atascamiento, la actividad compromete a empujar continuamente los cilindros para que circulen.

Como opción para eliminar esta incomodidad se analizan tres alternativas que se muestran a continuación en las gráficas:

Gráfico 35: Sistema Poka Yoke. Externo



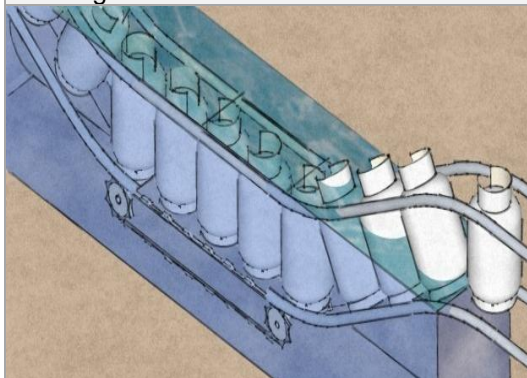
Elaborado: José Adolfo

Gráfico 36: Automatización. Sistema automático



Fuente: www.Kosancrisplant.com

Gráfico 27: Sistema Poka Yoke Sumergido



Elaborado: José Adolfo



3.5.5 Nivelación del envasado. (Heijunka)

El proceso de envasado no es planificado, en lo que se refiere a las empresas: Agipgas y Congas, que como se ve en los anexos 24, es completamente variable (*mura*) a lo largo de la semana, pero se observa un envasado uniforme en cada mes, y a su vez ocasiona estrés (*muri*), generando desperdicios (*muda*); como se anotó en el apartado 3.2.4 *Análisis de las causas de los desperdicios*.

El volumen de cilindros envasados, de determinada comercializadora, influirá directamente en la cantidad del reproceso generado.

La nivelación (*Heijunka*), pretende distribuir uniformemente, la cantidad o volumen de cilindros envasados y el mix de los mismos, en el transcurso del tiempo, y así cumplir con la demanda de cada comercializadora; para lograr esta nivelación se debe envasar al ritmo del *takt time* (tabla 41).

Tabla 41: Cálculo del Takt Time					
Producto	Tiempo disponible día [segundos]		Demanda día [cilindros]	Takt time [seg./cil.]	Proceso regulador [seg./cil.]
Austrogas	Balanzas	21.600	917	23,56	16,36
	Carrusel	25.920	7.417	3,49	3,18
Agipgas	Carrusel	11.340	3.619	3,13	3,18
Congas	Carrusel	3.240	1.000	3,24	3,18

Elaborado: José Adolfo.



3.6 Herramientas de toma de decisiones

3.6.1 Elección de la mejor alternativa. Ponderación de factores.

Luego de haber identificado los problemas, se procede a elegir la mejor alternativa, de entre varias soluciones alternativas en algunos de los problemas, utilizando una matriz de ponderación de factores; para lo que se eligen los factores críticos, el peso de cada uno de estos, y paralelamente una escala de puntaje.

Esta calificación se realiza de acuerdo a la vasta experiencia del *Jefe de Planta* de la empresa, colabora para la mejor selección de la alternativa, tomando en cuenta los factores críticos que se han creído más convenientes.

Tabla 42: Escala de puntaje para la ponderación de factores.	
Escala 5 puntos	Solución
0	Inadecuada
1	Débil
2	Satisfactoria
3	Buena
4	Excelente

Elaborado: José Adolfo
Fuente: <http://formularproyectos.blogspot.com>



Tabla 43: Alternativas de solución: Subutilización de mano de obra y espacio insuficiente

Criterio	Peso	Políticas de envasado		Redistribución de Planta		Automatización	
		Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
Tiempo de estudio	0,05	2	0,1	2	0,1	3	0,15
Tiempo de implementación	0,1	3	0,3	1	0,1	2	0,2
Recursos disponibles	0,2	3	0,6	2	0,4	1	0,2
inversión inicial	0,3	3	0,9	2	0,6	2	0,6
Retorno de inversión	0,1	1	0,1	2	0,2	3	0,3
Costo beneficio	0,25	2	0,5	1	0,25	2	0,5
Total	1,00		2,5		1,65		1,95

Elaborado por: José Adolfo Bacuilima
Ing. Diego Rojas (Jefe de Planta)

Tabla 44: Alternativas de solución: Reducción de reproceso.

Criterio	Peso	Cambio de válvula		Incremento de velocidad carrusel		Sistemas de sujeción. Poka Yoke	
		Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
Tiempo de estudio	0,05	3	0,15	3	0,15	4	0,2
Tiempo de implementación	0,1	1	0,1	4	0,4	3	0,3
Recursos disponibles	0,2	2	0,4	2	0,4	2	0,4
Inversión inicial	0,3	2	0,6	3	0,9	3	0,9
Retorno de inversión	0,1	4	0,4	2	0,2	2	0,2
Costo Beneficio	0,25	1	0,25	1	0,25	2	0,5
Total	1,00		1,9		2,3		2,5

Elaborado por: José Adolfo Bacuilima
Ing. Diego Rojas (Jefe de Planta)



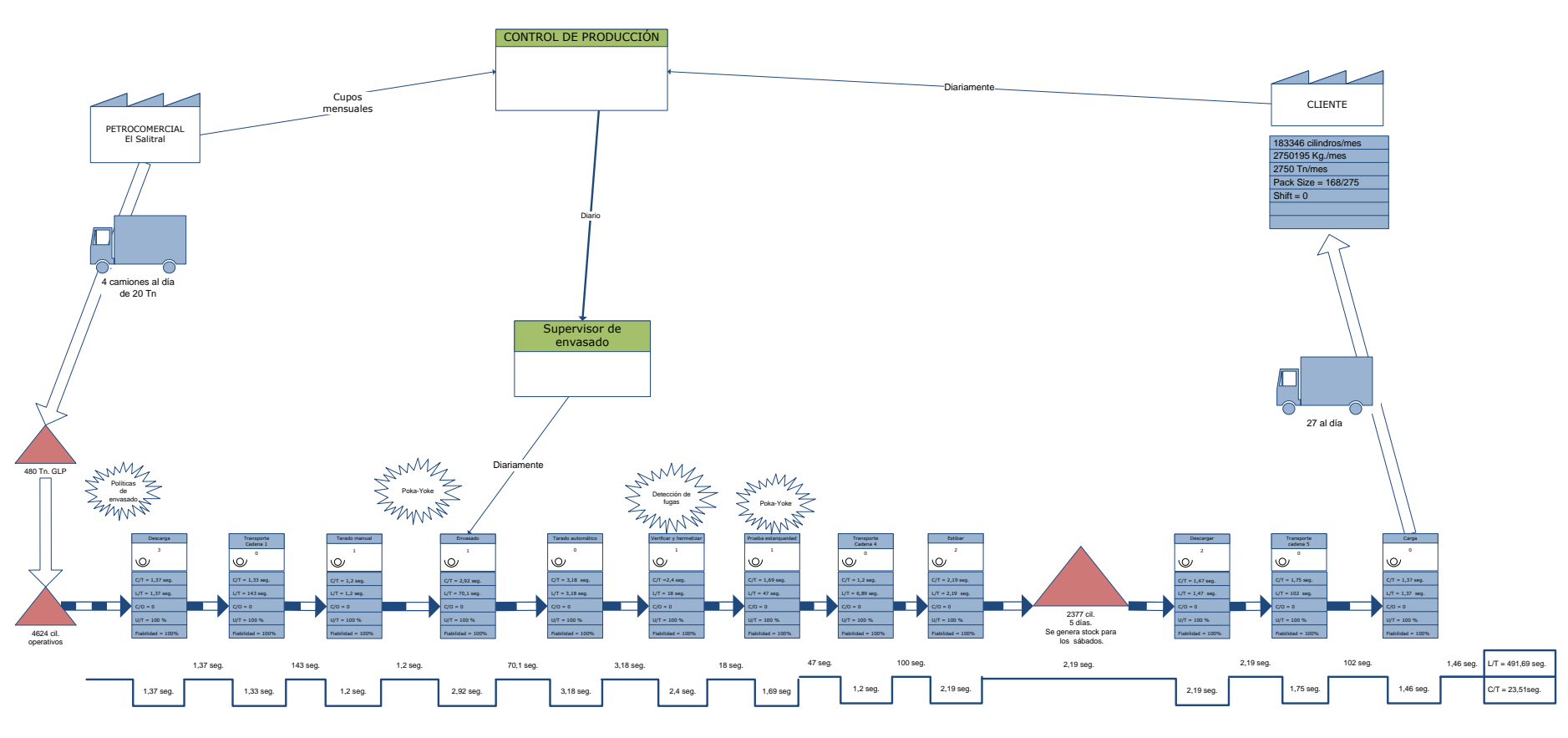
Tabla 45: Alternativas de solución: Eliminación de muda, mura, muri.

Criterio	Peso	Poka Yoke externo		Automatización		Poka Yoke sumergido	
		Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
Tiempo de estudio	0,05	3	0,15	3	0,15	2	0,1
Tiempo de implementación	0,1	3	0,3	3	0,3	2	0,2
Recursos disponibles	0,2	4	0,8	2	0,4	2	0,4
Inversión inicial	0,3	4	1,2	3	0,9	3	0,9
Retorno de inversión	0,1	2	0,2	3	0,3	2	0,2
Costo Beneficio	0,25	3	0,75	2	0,5	3	0,75
Total	1,00		3,4		2,55		2,55

*Elaborado por: José Adolfo Bacuilima
Ing. Diego Rojas (Jefe de Planta)*

Una vez elegida la mejor alternativa basada el mapa de estado futuro (anexos 27 y 28), para la eliminación de los desperdicios, sigue el diseño, construcción, busca de proveedores de cada uno de los elementos necesarios para la implementación, que en algunos casos, como son el Poka-Yoke necesitan; mientras que en el establecimiento de las políticas de envasado y la nivelación de la producción (heijunka) son necesarios análisis de contratos con las diferentes comercializadoras, políticas internas, y objetivos empresariales; en definitiva una minuciosa planeación de estrategias comerciales, lo que esta fuera del alcance de tiempo y tema del presente estudio.

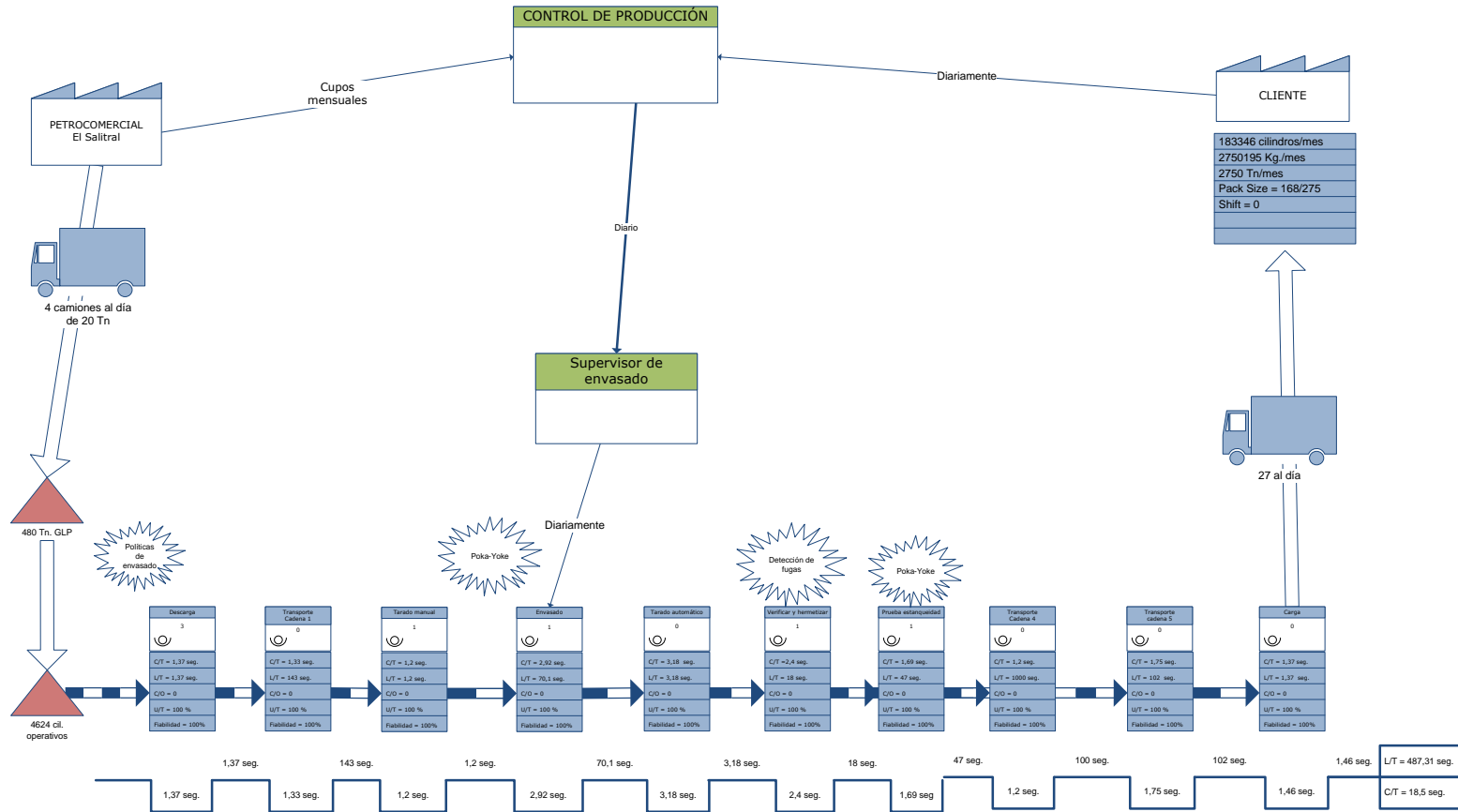
Gráfico 37: Mapa de Flujo de Valor Futuro. (VSM, Value Stream Mapping)
Familia 1: Austrogas



Elaborado: José Adolfo



Gráfico 38: Mapa de Flujo de Valor Futuro. (VSM, Value Stream Mapping)
Familia 1: Agipgas



Elaborado: José Adolfo



4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.

Se evidencia la potencialidad de la **Filosofía Lean Production**, que en este caso se aplicó en un sistema productivo, que a simple vista no poseía complejidad alguna y en el que además no se percibían mayores desperdicios. Sin embargo luego del estudio, enfocándose inicialmente al tiempo de entrega del producto; se obtienen los siguientes resultados (anexos del 26 al 28):

- ✓ **transporte** en el orden del **80%**,
- ✓ tiempo de **valor agregado** es únicamente el **13%**, y
- ✓ el **7%** restante del tiempo corresponde al **control, movimientos** (sobre procesamiento) **y esperas**.

Ahora bien, si observamos desde otra perspectiva, o más bien a lo que están directamente ligados los desperdicios, que son los costos, se comprueba nuevamente la utilidad de esta herramienta para las empresas, en las que “salen a flote” los gastos innecesarios o despilfarros que ocasionan los desperdicios; los que al eliminarlos o en su defecto reducirlos a lo más mínimo; se reducen los costos de fabricación y consecuentemente aumenta la rentabilidad; es decir mantener los mismos costos de venta, reducir el costo de fabricación y aumentar la utilidad (*Pensamiento Lean*). En este trabajo se obtuvieron los siguientes resultados:

Sobre procesamiento

- *M.O. utilizada en hermetizado y sellado: 16.752 USD/año*
- *M.O utilizada en carga y descarga 59.160 USD/año.*

Errores o defectos

- *Costo por energía eléctrica (cadenas): 9.407 USD/año*
- *Costo por energía eléctrica (carrusel): 4.292 USD/año*



Transportes

- Costo por transportes (energía eléctrica) 28.824 USD/año.

El carrusel de envasado tiene una participación del 89%, y las balanzas estacionarias el 11%, del envasado total, que satisface la demanda de GLP.

La planta de envasado posee una capacidad superior a la demanda en un 3,34 %, dicho porcentaje se obtiene comparando: el *takt time* (promedio 3,29 seg.) con el proceso regulador (3,18 seg.); de la misma forma en las balanzas estacionarias en las que el *takt time* exige un cilindro cada 23,56 seg. mientras que el proceso regulador esta en el orden de los 16,36 seg.; un 44% más rápido que la demanda.

La capacidad de envasado en el carrusel, y en consecuencia de la planta, está regulada principalmente por los siguientes factores:

- ✓ A la participación de envasado diaria de cada Comercializadora.- el reproceso presente en cada una de las comercializadoras; está el orden del: 23% Agipgas, 15% Austrogas, y el 13% Congas. (Gráfico 12)
- ✓ Al tipo de válvula que posea el cilindro a ser llenado.- el reproceso se debe principalmente al tipo de válvula que el cilindro posea; en el caso de Agipgas posee un 71% de válvulas con pin grueso; mientras que Austrogas posee un 51%, y Congas el 34%. (gráfico 27, tabla 29)

Entre el 76% y 92% de los cilindros que dan dos vueltas poseen válvulas con pin grueso. (Gráfico 26).

La variación de la velocidad del carrusel (de 70,1 seg. a 64,96 seg.), no brinda los resultado esperados; solamente se obtiene el 1,46% adicional en la producción (146 cilindros adicionales al día), paralelamente a esta variación el reproceso aumenta en: 29% Austrogas; 38% Agipgas, y 29% Congas.



4.2 Recomendaciones.

Se evidencia en este estudio las posibilidades de mejoras, por lo que se recomienda dar un seguimiento y continuidad a la eliminación de los desperdicios encontrados en la planta de envasado, considerando a este trabajo como un estudio que da punto de inicio a un plan estratégico de mejora continua; y que como se ha comprobado durante el desarrollo; al hacer uso de las herramientas de la manufactura esbelta (*lean production*), emergen las potenciales posibilidades de la disminución en los costos de fabricación, aumento de calidad, disminución de tiempo de entrega, en definitiva fabricar un producto con el cual el cliente este plenamente satisfecho, cumpliendo los objetivos de la empresa.

Siendo esta teoría un estilo de vida, en el que todos los integrantes del producción trabajan en equipo, es *necesario* seguir los pasos indispensables para: el conocimiento, capacitación, desarrollo, implementación y el seguimiento de esta filosofía; en las que se asignan en cada una de las etapas responsables, que a su vez guiaran al grupo en esta eliminación de desperdicios y mejora continua.

La automatización de algunas operaciones: como son el hermetizado, sellado, paletizado, entre otras; en sí libera mano de obra; pero esto no quiere decir el prescindir del valioso recurso humano que posee una invaluable experiencia ganada a lo largo de los años de trabajo; por lo que se recomienda reubicar en los departamentos que mas necesiten este recurso; como son el departamento de mantenimiento de cilindros; otra área muy importante dentro de la compañía.



5

REFERENCIAS



5 Referencias.

1. AUSTROGAS, Documentos externos, Registro oficial N° 313.
2. AUSTROGAS, Sistema de Calidad ISO, Documentos externos, Registro oficial N° 449
3. AUSTROGAS, Sistema de Calidad ISO, Manual orgánico y funcional y descripción de funciones.
4. Barcia Kleber; Phd Ingeniería Industrial; Modelo para mejorar sistemas de producción y servicio; ESPOL; octubre 2007.
5. CHASE, RICHARD B. ; Administración de producción y operaciones; Mc Graw Hill; 8va edición; 2000; Págs. 322.
6. Fundación SIMA Seguridad Integral y Medio Ambiente.
7. HILL, CHARLES W.; Administración estratégica; Mc Graw Hill; 6ta Edición; 2004; Págs. 90.
8. HIRANO, HIROYUKI; El JIT “Revolución en las fábricas”; Grafiris Impresores S.A; 2da Edición 1992; Págs. 28.
9. Ibon Serrano Lasa. Análisis de la aplicabilidad de la técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos. Tesis Doctoral. Univesitat de Girona. Abril 2007. Pags. 78-79
10. Learning to see; Mike Rother and Jhon Shook.
11. LIKER, JEFREY K. Las Claves del Éxito de Toyota, Ediciones Gestión 2000, Barcelona 2006, Págs. 37-40, 64-66.



12. MASAOKI, IMAI; Gemba Kaizen; Mc Graw Hill 1998; Págs. 57-76.
13. MEREDITH. JACK R.; Administración de operaciones; Limusa 1986; Págs. 422-423.
14. NAHMIAS, STEVEN; Análisis de la producción y las operaciones, Mc Graw Hill; 5ta edición; 2007; Págs. 347,377.
15. PAREDES R., JORGE; Planificación y control de la producción; 8vo ciclo.
16. QUALIPLUS Consultoría.
17. <http://www.austrogas.com.ec/inicio.html>
18. <http://www.ecuadorinmediato.com/noticias/95340>
19. <http://www.elprisma.com/apuntes/curso.asp?id=10256>
20. <http://www.leanblog.org/2005/05/what-islean.html>
21. <http://www.leanmanufacturingconcepts.com>
22. <http://www.mailxmail.com/curso-como-aumentar-productividad-lugar-trabajo-5-s/2-introduccion-metodologia-5s>
23. <http://www.multimedios106.com/home/contenidos.php?id=172&identificaArticulo=15363>
24. <http://www.multimedios106.com/home/contenidos.php?id=172&identificaArticulo=15363>
25. <http://www.multimedios106.com/home/contenidos.php?id=172&identificaArticulo=15363>



26. <http://www.petrocomercial.com>
27. <http://www.pqa.net/ProdServices/leanmfg/lean.html>
28. <http://www.scribd.com/doc/50478/Advanced-Lean-Training-Manual-Band-4>
29. <http://www.leanmanufacturingconcepts.com>
30. <http://www.scribd.com/search?cx=007890693382555206581%3A7fgc6et2hmk&cof=FORID%3A10&ie=UTF-8&c=all&q=Value+Stream+mapping&sa=Search#1092>
31. http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm
32. <http://www.vistazo.com/webpages/impresa.php?edicion=971&slD=1>



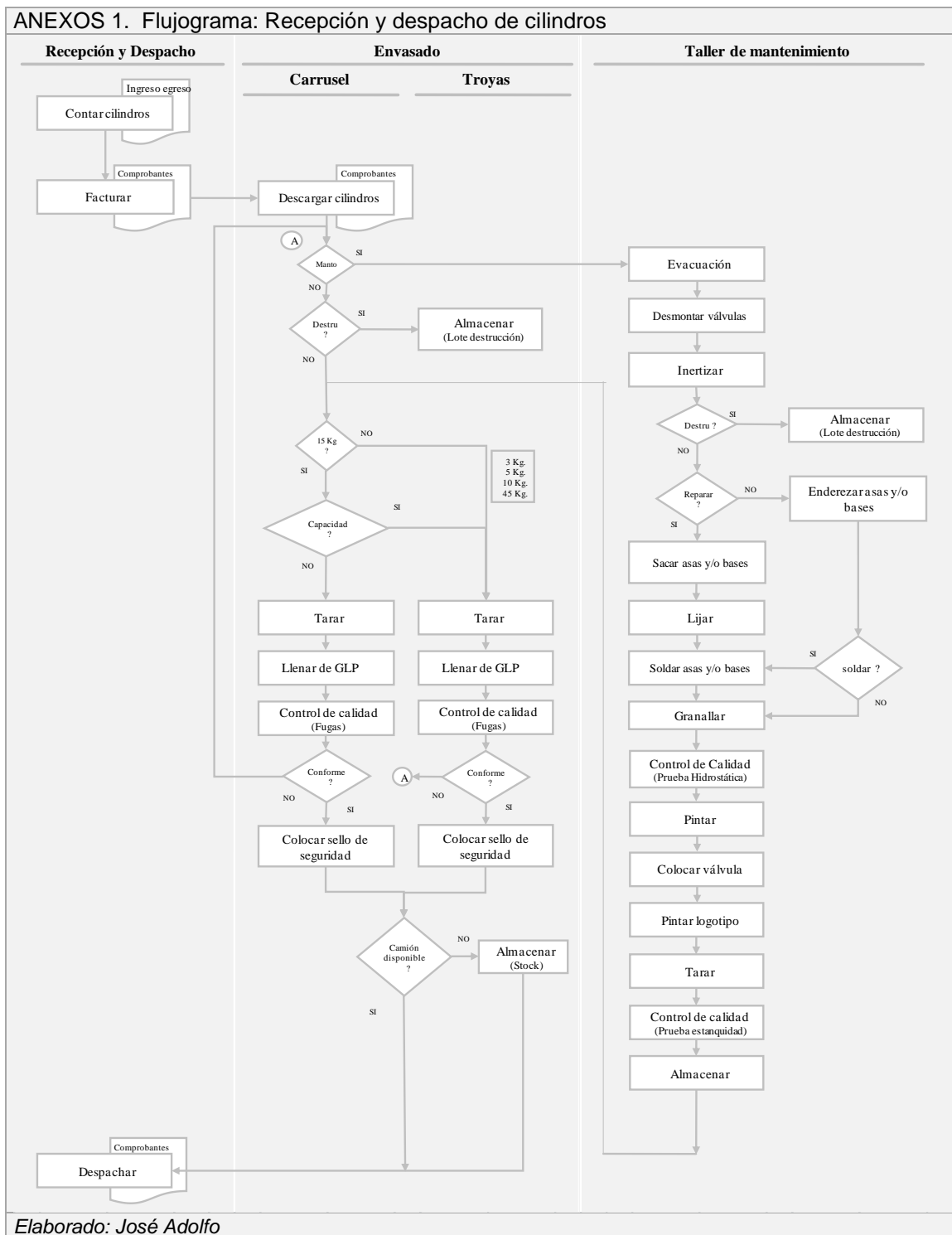
6

ANEXOS



ANEXOS

ANEXOS 1. Flujograma: Recepción y despacho de cilindros



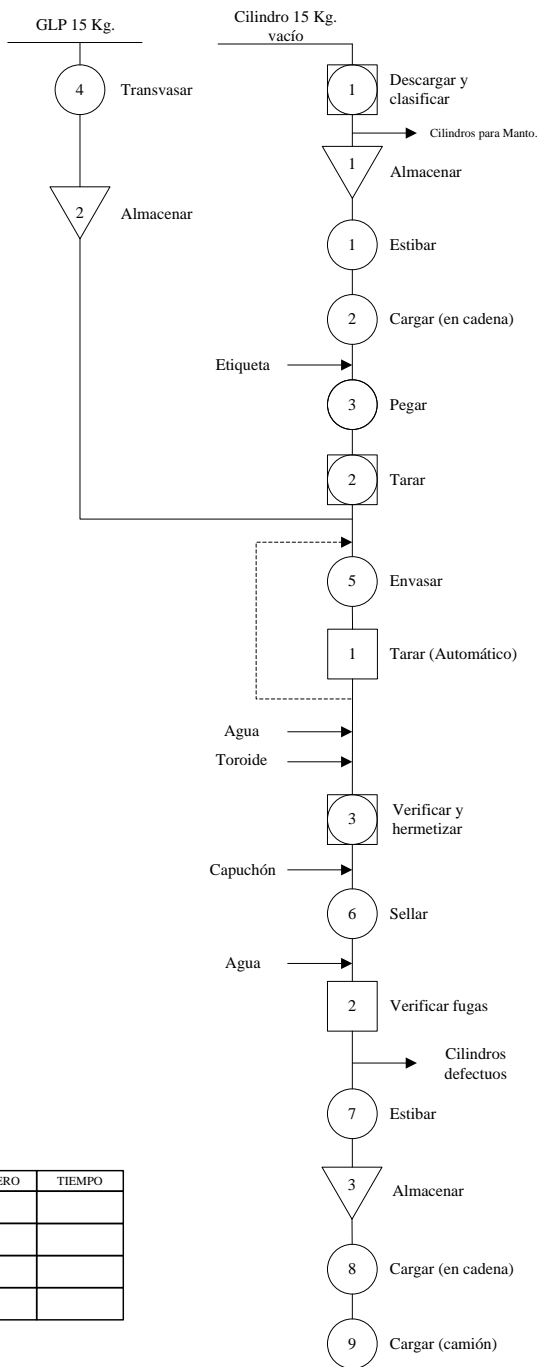
Elaborado: José Adolfo



ANEXOS 2. DPO: Envasado de 1 cilindro 15 Kg. “Carrusel”

DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN

Operación:	Envasado de 1 Cilindro 15 Kg. AUSTROGAS
Equipo:	Carrusel
Fecha:	24 abril 2009
Método:	Actual



SÍMBOLO	NÚMERO	TIEMPO
○	9	
□	2	
◻	3	
▽	3	

Realizado por: José A. Bacuilima

Revisado por:

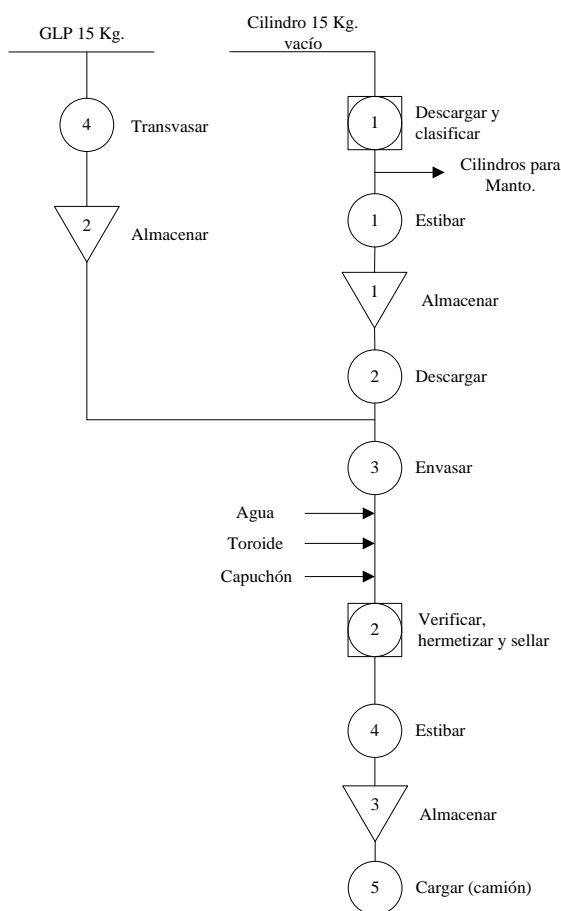
Elaborado: José Adolfo



ANEXOS 3. DPO: Envasado de 1 Cilindro 15 Kg. Balanzas automáticas.

DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN

Operación:	Envasado de 1 Cilindro 15 Kg. AUSTROGAS
Equipo:	Balanzas automáticas
Fecha:	24 abril 2009
Método:	Actual



SIMBOLO	NÚMERO	TIEMPO
○	4	
□		
◻	2	
▽	3	

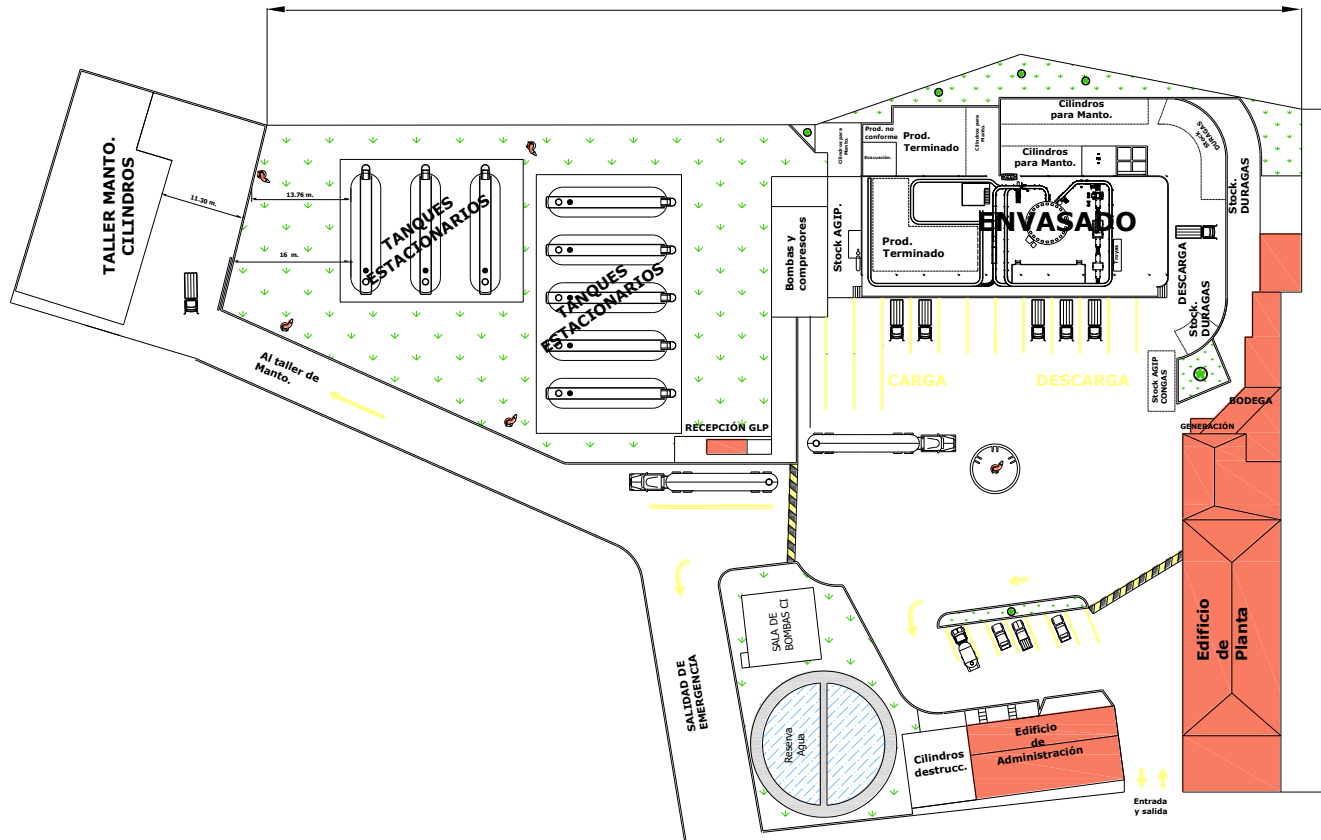
Realizado por: José A. Bacuilima

Revisado por:

Elaborado: José Adolfo



ANEXOS 4. Plano: Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS






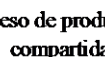


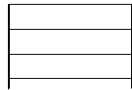
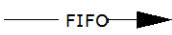




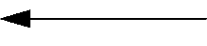

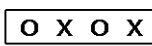

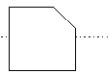

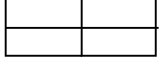

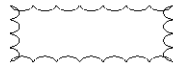
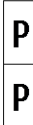
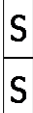


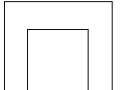



Elaborado: José Adolfo



ANEXOS 5: Iconos para el mapeo del flujo de valor.

Fuente: Qualiplus consultoría.

Íconos para Mapeo del Flujo de Valor		
íconos para el Flujo de Materiales	íconos el Flujo de informaciones	íconos generales
 Título  Entrega por carrito  Proceso de Producción Dedicado  Título  Manejo "Empujado"  Proceso de producción compartida  Producto terminado para el Cliente  Fuentes Externas  Caja de datos  Ruta FIFO  Supermercado  Halado Físico de material  Inventario/ Tiempo de fila  "Runner"	 Flujo de información manual  Kanban de scñalización  Caja de Nivelación (Heinjunka Box)  Kanban de retirada  Kanban de Producción  Puesto Kanban  Panel Pitch  Programación de producción "va mirar"	 Necesidad de Kaizen  Inventario Pulmón  Inventario de seguridad  Operador  Problema de calidad  Célula en U  Problemas Diversos



ANEXOS 6: Entrevistas.

Fuente: *Kleber Barcia Villacreses*

Profesor de Producción Esbelta

Carrera de Ingeniería y Administración de la Producción Industrial

ESPOL

INSTRUMENTO DE ENTREVISTA

CULTURA

- | | | | | |
|-------|---|---------|---------------|---------|
| 1 | ¿Existe comunicación entre el personal de Mantenimiento durante el proceso de producción? | Pobre | Satisfactorio | Bueno |
| <hr/> | | | | |
| 2 | ¿Es bueno el flujo de información entre Planta y Mantenimiento? | Pobre | Satisfactorio | Bueno |
| <hr/> | | | | |
| 3 | ¿Está a tiempo la información y decisión en el proceso? | Nunca | A veces | Siempre |
| <hr/> | | | | |
| 4 | ¿Son las decisiones basadas en datos reales? | Nunca | A veces | Siempre |
| <hr/> | | | | |
| 5 | ¿Están ustedes supervisados muy de cerca o tienen órdenes exactas para hacer el trabajo en el proceso de producción? | Nunca | A veces | Siempre |
| <hr/> | | | | |
| 6 | ¿Que tan envuelto esta usted en las decisiones que se deben tomar en el proceso? | Nunca | A veces | Siempre |
| <hr/> | | | | |
| 7 | ¿Con que frecuencia sus habilidades no son utilizadas? | Nunca | A veces | Siempre |
| <hr/> | | | | |
| 8 | ¿Tienen los trabajadores entrenamiento? | Ninguno | Algunos | Todos |
| <hr/> | | | | |
| 9 | ¿Tienen todos los trabajadores las correctas habilidades y el nivel educacional para realizar las actividades requeridas? | Ninguno | Algunos | Todos |
| <hr/> | | | | |
| 10 | ¿Con que frecuencia usted no tiene partes disponibles para realizar un trabajo continuo en el proceso? | Siempre | A veces | Nunca |
| <hr/> | | | | |



ANEXOS 7: Entrevistas.

Fuente: *Kleber Barcia Villacreses*

Profesor de Producción Esbelta

Carrera de Ingeniería y Administración de la Producción Industrial

ESPOL

INSTRUMENTO DE ENTREVISTA

PROCESO

- 1 ¿Como fluye el trabajo a través del departamento de producción?
No fluye entre puestos. Mediano Bueno.

- 2 ¿Que tan bien esta balanceado la carga de trabajo entre los trabajadores?
Pobre Mediano Bueno

- 3 ¿Son los productos terminados producidos en grandes cantidades y/o antes de ser requeridos por el próximo proceso?
Siempre A veces Nunca

- 4 ¿Están las partes esperando hacer procesadas entre las estaciones de trabajo?
Siempre A veces Nunca

- 5 ¿Hay productos en la línea que necesitan reproceso?
Siempre A veces Nunca

- 6 ¿Hay productos defectuosos en el proceso?
Siempre A veces Nunca

- 7 ¿Existe demasiados transportes durante el proceso?
Siempre A veces Nunca

- 8 ¿Con que frecuencia el producto tiene que esperar en la línea por falta de materia prima?
Siempre A veces Nunca

- 9 ¿Los productos terminados requieren personal y equipo para ser transportados?
Si No
¿Porque?

- 10 ¿Qué lejos está la bodega de partes?
Muy lejos Mas o menos lejos Suficiente cerca



ANEXOS 9: Clasificación de Datos

Fuente: Kleber Barcia Villacreses

Profesor de Producción Esbelta

Carrera de Ingeniería y Administración de la Producción Industrial

ESPOL

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTAS	DESPERDICIO	1	2	3	4	5	TOTAL
CULTURA								
PROCESO								
TECNOLOGIA								



ANEXOS 11: Selección de técnica Lean

Fuente: Kleber Barcia Villacreses

Profesor de Producción Esbelta

Carrera de Ingeniería y Administración de la Producción Industrial

ESPOL

Causas de Desperdicio	Desperdicio Identificado	Mejor Técnica Lean
Alta Prioridad		
Baja Prioridad		



ANEXOS 12: Resultados de la entrevista realizadas en la Planta de envasado
AUSTROGAS

NUMERO PREGUNTA	RESPUESTAS	DESPERDICIO	Entrevistados						TOTAL
			1	2	3	4	5	6	
CULTURA									
1		Proceso	0	0	0	0	0	0	0
2		Proceso	0	0	0	0	0	0	0
3	No se informa del daño en las maquinarias.	Espera	0	0	1	0	0	0	1
4		Proceso	0	0	0	0	0	0	0
5		RRHH	0	0	0	0	0	0	0
6	A veces no se toman en cuenta las propuestas.	RRHH	0	1	0	0	0	0	1
7		RRHH	0	0	0	0	0	0	0
8	No tienen entrenamiento, trabajan mecánicamente.	RRHH	0	1	1	1	0	1	3
9		Defecto	0	0	0	0	0	0	0
10	Por falta de espacio.	Espera	1	1	1	1	0	1	5
PROCESO									
1		Proceso	0	0	0	0	0	0	0
2	Se debe planificar la rotación de los puestos de trabajo.	Espera	1	0	1	1	0	1	4
3	Se tienen metas que cumplir. Se genera stock para el día siguiente.	Sobre-producción	0	1	1	0	1	1	4
4	Pasan por el tarador, hemetizador y capuchonero.	Inventario	0	1	1	0	1	1	4
5	Cilindros en malas condiciones, subllenados, y con fugas.	Proceso	1	1	1	1	1	1	6
6	Debido a válvulas defectuosas, cilindros subllenados.	Proceso	0	1	1	1	1	1	5
7		RRHH	0	0	0	1	0	1	2
8	En ocasiones falta GLP.	Espera	0	1	1	0	1	1	4
9	Necesitan ser almacenados, para generar un stock. Mediante las cadenas transportadoras.	Transporte	0	0	1	0	1	0	2
10		Movimiento	0	0	0	0	0	0	0
TECNOLOGIA									
1		Espera	0	0	0	0	0	0	0
2		Espera	0	0	0	0	0	0	0
3		Proceso	0	0	0	0	0	0	0
4		Espera	0	0	0	0	0	0	0
5	Se cuenta con poco espacio, para trabajo y almacenaje	Inventario	0	1	1	0	0	1	3
6	Falta de comunicación.	Espera	1	1	1	1	0	1	5
7	Presupuesto limitado.	RRHH	1	0	1	0	0	0	2
8		Proceso	0	0	0	0	0	0	0
9		RRHH	0	0	0	0	0	0	0
10		Proceso	0	0	0	0	0	0	0



ANEXOS 13: Medición de tiempos iniciales.

Descarga

Elaborado: José Adolfo.

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS

Operación: Descarga Fecha: martes, 31 de marzo de 2009

Nombre operario: Varios Dep: Planta de envasado

Descrip. de operación: El camión llega a la planta de envasado y se procede a descargar los cilindros a la cadena número 1. Inicio: Camión

Fin: Cadena 1

Total: _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3,57										
2	4,15										
3	4,23										
4	4,32										
5	3,36										
6	4,46										
7	4,19										
8	4,47										
9	4,67										
10	3,24										
11											
12											
13											
14											
15											
N° Obser.											

Promedio	4,07										
Desv. Estándar	0,50										
N. obs necesarias	39										

Fórmulas utilizadas

Cál. de # de obs. Necesarias.

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - x_m)^2}{n}}$$

Siendo:

x_i = valores obtenidos de los tiempos de reloj

x_m = media aritmética de los tiempos de reloj

N = observaciones necesarias.

n = número de mediciones efectuadas

e = error expresado en forma decimal

K = coeficiente de riesgo

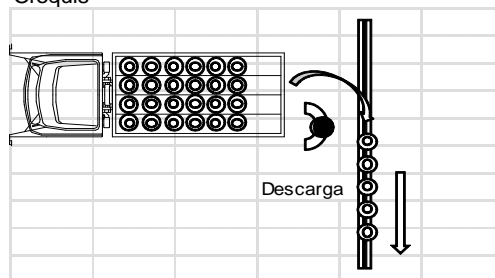
$K = 1$ para riesgo de error de 32%

$K = 2$ para riesgo de error de 5%

$K = 3$ para riesgo de error de 0,3%

e = error admisible

Croquis





ANEXOS 14: Medición de tiempos iniciales.

Carga

Elaborado: José Adolfo.

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS

Operación: Carga Fecha: martes, 31 de marzo de 2009

Nombre operario: Varios Dep: Planta de envasado

Descrip. de operación: El cilindro lleno llega al camión, por la cadena 5 para ser cargado. Inicio: Cadena 5
 Fin: Camión
 Total: _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3,93										
2	4,15										
3	3,85										
4	5,28										
5	3,39										
6	4,82										
7	5,24										
8	4,23										
9	3,85										
10	4,74										
11											
12											
13											
14											
15											
N° Obser.											

Promedio	4,35										
Desv. Estándar	0,64										
N. obs necesarias	43										

Fórmulas utilizadas

Cál. de # de obs. Necesarias.

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - x_m)^2}{n}}$$

Siendo:

x_i = valores obtenidos de los tiempos de reloj

x_m = media aritmética de los tiempos de reloj

N = observaciones necesarias.

n = número de mediciones efectuadas

e = error expresado en forma decimal

K = coeficiente de riesgo

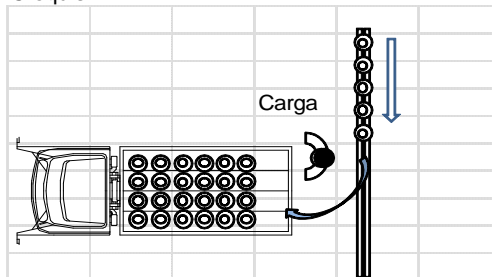
$K = 1$ para riesgo de error de 32%

$K = 2$ para riesgo de error de 5%

$K = 3$ para riesgo de error de 0,3%

e = error admisible

Croquis





ANEXOS 15: Medición de tiempos iniciales.

Tarado Manual

Elaborado: José Adolfo.

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS

Operación: Tarado manual Fecha: martes, 21 de abril de 2009

Nombre operario: Paúl Dep: Planta de envasado

Descrip. de operación: Se observa el peso marcado en la base del cilindro, y se ingresa al sistema de llenado automático Inicio: Cadena 1
 Fin: Cadena 1
 Total: _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2,99										
2	3,03										
3	3,01										
4	3,07										
5	3,12										
6	2,94										
7	2,97										
8	2,96										
9	3,02										
10	2,92										
11											
12											
13											
14											
15											
N° Obser.											

Promedio	3,00										
Desv. Estándar	0,06										
N. obs necesarias	9										

Fórmulas utilizadas

Cál. de # de obs. Necesarias.

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - x_m)^2}{n}}$$

Siendo:

x_i = valores obtenidos de los tiempos de reloj

x_m = media aritmética de los tiempos de reloj

N = observaciones necesarias.

n = número de mediciones efectuadas

e = error expresado en forma decimal

K = coeficiente de riesgo

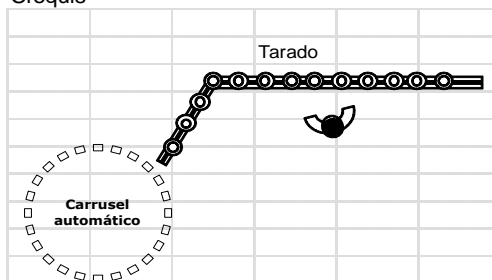
$K = 1$ para riesgo de error de 32%

$K = 2$ para riesgo de error de 5%

$K = 3$ para riesgo de error de 0,3%

e = error admisible

Croquis





ANEXOS 17: Medición de tiempos iniciales.

Cadenas

Elaborado: José Adolfo.

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS

Operación: Cadenas Fecha: lunes, 18 de mayo de 2009

Nombre operario: -- Dep: Planta de envasado

Descrip. de operación: Los cilindros llenos y vacíos son transportados por las cadenas Inicio: Cadenas
_____ Fin: Cadenas
_____ Total: _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	6,3	11,11	7,83	10,86	16,62						
2	6,21	11,14	7,5	11,02	16,64						
3	6,31	11,18	7,65	10,93	16,6						
4	6,41	11,16	7,49	10,98	16,33						
5	6,55	11,32	7,46	11,14	16,49						
6	6,37	11,25	7,56	10,99	16,43						
7	6,52										
8	6,08										
9	6,08										
10	6,12										
11											
12											
13											
14											
15											
N° Obser.											

Promedio	6,30	11,19	7,58	10,99	16,52						
Desv. Estándar	0,17	0,08	0,14	0,09	0,12						
N. obs necesarias	6	2	4	2	2						

Fórmulas utilizadas

Cál. de # de obs. Necesarias.

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - x_m)^2}{n}}$$

Siendo:

x_i = valores obtenidos de los tiempos de reloj

x_m = media aritmética de los tiempos de reloj

N = observaciones necesarias.

n = número de mediciones efectuadas

e = error expresado en forma decimal

K = coeficiente de riesgo

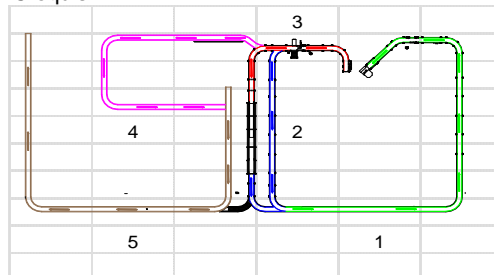
$K = 1$ para riesgo de error de 32%

$K = 2$ para riesgo de error de 5%

$K = 3$ para riesgo de error de 0,3%

e = error admisible

Croquis





ANEXOS 18: Medición de tiempos iniciales.

Hermetizado y sellado

Elaborado: José Adolfo.

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS

Operación: Hermetizado y sellado Fecha: lunes, 26 de octubre de 2009

Nombre operario: -- Dep: Planta de envasado

Descrip. de operación: Se verifica la existencia de fugas y se coloca el sello en el cilindro manualmente. Inicio: Salida de Bal. Estac.
 Fin: Inventario de cilin.
 Total: _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5,82										
2	4,90										
3	5,67										
4	6,56										
5	3,93										
6	5,44										
7	5,46										
8	5,35										
9	6,38										
10	6,39										
11											
12											
13											
14											
15											
N° Obser.											

Promedio	5,59										
Desv. Estándar	0,79										
N. obs necesarias	33										

Fórmulas utilizadas

Cál. de # de obs. Necesarias.

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Desviación estándar

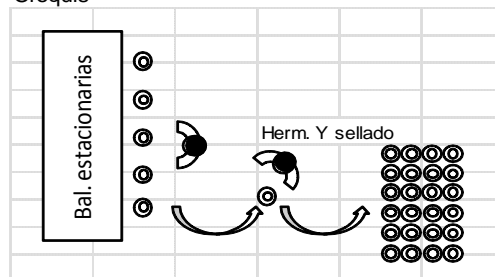
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - x_m)^2}{n}}$$

Siendo:

- x_i = valores obtenidos de los tiempos de reloj
- x_m = media aritmética de los tiempos de reloj
- N = observaciones necesarias.
- n = número de mediciones efectuadas
- e = error expresado en forma decimal

- K = coeficiente de riesgo
 - $K = 1$ para riesgo de error de 32%
 - $K = 2$ para riesgo de error de 5%
 - $K = 3$ para riesgo de error de 0,3%
- e = error admisible

Croquis





ANEXOS 19: Medición de tiempos iniciales.

Anexo: Tarado automático

Elaborado: José Adolfo.

HOJA DE ESTUDIO DE TIEMPOS

Operación: Tarado automático Fecha: lunes, 18 de mayo de 2009

Nombre operario: -- Dep: Planta de envasado

Descrip. de operación: Luego de ser llenados Inicio: Cadena 3
se verifica automáticamente el peso de GLP Fin: Cadena 3
 Total: _____

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3,42										
2	3,51										
3	3,11										
4	3,38										
5	3,03										
6	3,05										
7	3,33										
8	3,00										
9	3,18										
10	3,24										
11											
12											
13											
14											
15											
N° Obser.											

Promedio	3,22										
Desv. Estándar	0,18										
N. obs necesarias	22										

Fórmulas utilizadas

Cál. de # de obs. Necesarias.

$$N = \left(\frac{K \cdot \sigma}{e \cdot \bar{x}} \right)^2 + 1$$

Desviación estándar

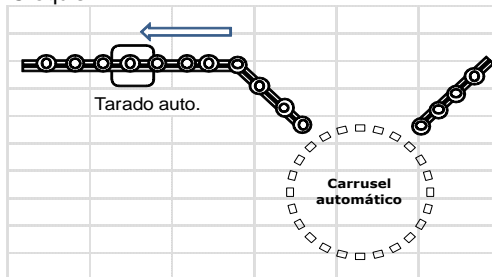
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum f(x_i - x_m)^2}{n}}$$

Siendo:

- x_i = valores obtenidos de los tiempos de reloj
- x_m = media aritmética de los tiempos de reloj
- N = observaciones necesarias.
- n = número de mediciones efectuadas
- e = error expresado en forma decimal

- K = coeficiente de riesgo
 - $K = 1$ para riesgo de error de 32%
 - $K = 2$ para riesgo de error de 5%
 - $K = 3$ para riesgo de error de 0,3%
- e = error admisible

Croquis





ANEXOS 20: Medición de tiempos necesarios.

Carga y descarga

Elaborado: José Adolfo.

Carga				
Nº	Observaciones		Tiempo [minutos]	Tiempo [seg/unid]
	# OP [hombre]	Cantidad [cilindros]		
1	2	168	11,00	3,93
2	2	275	19,00	4,15
3	2	156	10,00	3,85
4	2	250	22,00	5,28
5	5	301	17,00	3,39
6	4	336	27,00	4,82
7	3	286	25,00	5,24
8	3	156	11,00	4,23
9	3	310	19,89	3,85
10	2	228	18,00	4,74
11	3	156	11,00	4,23
11	3	324	25,87	4,79
12	3	238	18,09	4,56
13	2	215	13,33	3,72
14	5	334	24,27	4,36
15	3	207	12,56	3,64
16	4	312	21,22	4,08
17	3	200	12,07	3,62
18	4	166	11,76	4,25
19	4	208	17,96	5,18
21	2	250	17,71	4,25
22	5	254	22,44	5,30
23	4	313	19,93	3,82
24	5	290	23,88	4,94
25	5	268	19,25	4,31
26	5	176	12,03	4,10
27	5	280	22,54	4,83
28	2	221	15,29	4,15
29	5	301	19,92	3,97
30	3	284	22,06	4,66
31	3	293	17,92	3,67
32	4	322	27,32	5,09
33	3	165	9,96	3,62
34	5	229	19,08	5,00
35	2	314	28,42	5,43
36	4	159	13,09	4,94
37	3	253	15,18	3,60
38	5	299	17,79	3,57
39	5	319	26,00	4,89
40	2	232	15,47	4,00
41	4	217	16,67	4,61
42	2	335	28,48	5,10
43	4	299	22,47	4,51
44	2	288	24,10	5,02
45	5	322	23,18	4,32
PROMEDIO [seg/unid] =				4,39
DESV. EST [seg] =				0,64
N =				43
CAPACIDAD [unid/min] =				13,66

Descarga				
Nº	Observaciones		Tiempo [minutos]	Tiempo [seg/unid]
	# OP [hombre]	Cantidad [cilindros]		
1	2	168	10	3,57
2	2	275	19	4,15
3	2	156	11	4,23
4	2	250	18	4,32
5	3	286	16	3,36
6	2	336	25	4,46
7	2	301	21	4,19
8	2	228	17	4,47
9	2	197	15	4,67
10	3	279	15	3,24
11	3	185	12	4,01
12	3	274	21	4,67
13	2	279	23	4,87
14	3	252	20	4,86
15	3	208	13	3,69
16	2	292	19	3,98
17	2	269	20	4,50
18	3	214	15	4,21
19	3	296	20	4,11
20	2	288	17	3,53
21	2	278	19	4,19
22	3	245	20	4,81
23	3	290	17	3,54
24	2	203	14	4,21
25	2	247	20	4,78
26	2	169	14	4,94
27	3	272	15	3,33
28	2	236	16	4,10
29	2	244	20	5,03
30	3	179	14	4,83
31	2	302	17	3,38
32	3	290	20	4,23
33	2	224	17	4,50
34	3	281	15	3,25
35	3	203	11	3,33
36	2	298	16	3,21
37	2	160	10	3,73
38	2	283	23	4,81
39	3	214	11	3,17
40	3	270	21	4,58
41	2	236	14	3,44
42	2	234	14	3,51
43	3	326	25	4,57
44				
45				
PROMEDIO [seg/unid] =				4,11
DESV. EST [seg] =				0,50
N =				39
CAPACIDAD [unid/min] =				15



ANEXOS 21: Medición de tiempos necesarios.

Hermetizado y sellado.

Elaborado: José Adolfo.

Hermetizado y sellado			
Observaciones		TIEMPO	
Nº	Cantidad [cilindros]	[seg]	[seg / unid]
1	6	34,93	5,82
2	5	24,49	4,90
3	6	34,00	5,67
4	3	19,68	6,56
5	6	23,57	3,93
6	7	38,11	5,44
7	7	38,23	5,46
8	3	16,06	5,35
9	3	19,13	6,38
10	3	19,16	6,39
11	5	26,62	5,32
12	5	24,00	4,80
13	9	39,69	4,41
14	3	13,23	4,41
15	5	23,3	4,66
16	6	44,88	7,48
17	4	19,44	4,86
18	5	29,5	5,90
19	7	38,92	5,56
20	8	68,16	8,52
21	3	14,07	4,69
22	4	17,92	4,48
23	7	42,49	6,07
24	4	21,36	5,34
25	9	47,25	5,25
26	6	30,78	5,13
27	3	15,45	5,15
28	6	35,82	5,97
29	9	55,89	6,21
30	8	45,84	5,73
31	3	15,39	5,13
32	5	30,7	6,14
33	3	15,93	5,31
PROMEDIO [seg/unid] =			5,53
DESV. EST [seg] =			0,79
N =			33
CAPACIDAD [unid/min] =			11



“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

ANEXOS 22: Número de vueltas en el carrusel por Comercializadora.

Datos y graficas de barras.

Elaborado: José Adolfo.

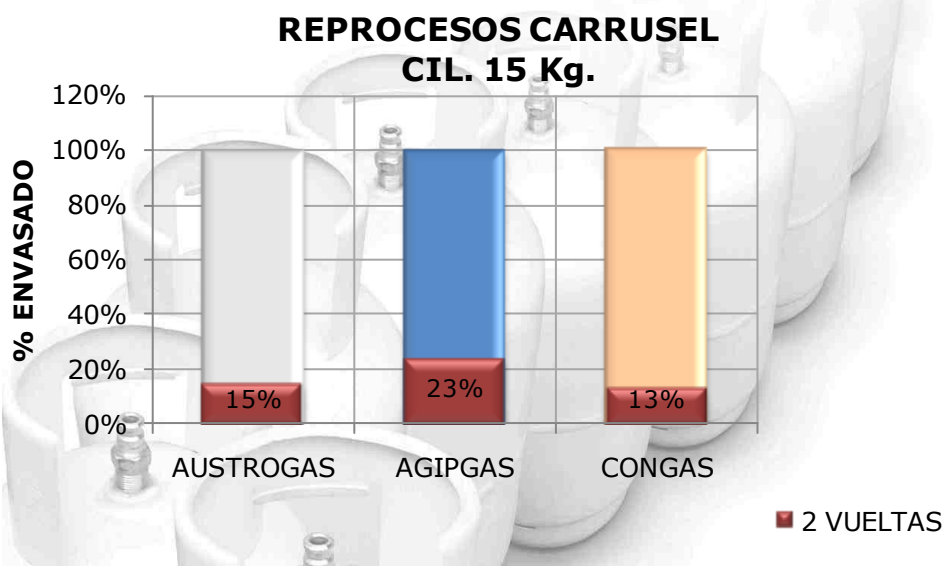
AUSTROGAS															
	OBS 1		OBS 2		OBS 3		OBS 4		OBS 5		OBS 6		OBS 7		PROMEDIOS
	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	
1 VUELTA	202	87%	203	88%	200	86%	191	83%	192	82%	170	83%	248	87%	85,4%
2 VUELTAS	29	13%	27	12%	32	14%	39	17%	41	18%	35	17%	36	13%	14,6%
3 VUELTAS		0%		0%		0%		0%		0%		0%		0%	0,0%
TOTAL	231	100%	230	100%	232	100%	230	100%	233	100%	205	100%	284	100%	

AGIP															
	OBS 1		OBS 2		OBS 3		OBS 4		OBS 5		OBS 6		OBS 7		PROMEDIOS
	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	
1 VUELTA	174	76%	169	74%	162	71%	183	80%	183	80%	201	78%	305	76%	76%
2 VUELTAS	54	24%	60	26%	66	29%	47	20%	47	20%	54	21%	90	23%	23%
3 VUELTAS		0%		0%		0%		0%		0%	2	1%	4	1%	0,1%
TOTAL	228	100%	229	100%	228	100%	230	100%	230	100%	257	100%	399	100%	

CONGAS															
	OBS 1		OBS 2		OBS 3		OBS 4		OBS 5		OBS 6		OBS 7		PROMEDIOS
	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	CANT.	%	
1 VUELTA	194	86%	195	85%	201	87%	210	91%	200	87%		0%		0%	87,5%
2 VUELTAS	31	14%	35	15%	29	13%	20	9%	30	13%		0%		0%	13%
3 VUELTAS		0%		0%		0%		0%		0%		0%		0%	0%
TOTAL	225	100%	230	100%	230	100%	230	100%	230	100%	0	0%	0	0%	

RESUMEN

	AUSTROGAS	AGIPGAS	CONGAS
1 VUELTA	85%	76%	88%
2 VUELTAS	15%	23%	13%
TOTAL	100%	100%	100%





ANEXOS 23: Tipos de pines por Comercializadora.

Datos y graficas de barras.

Elaborado: José Adolfo.

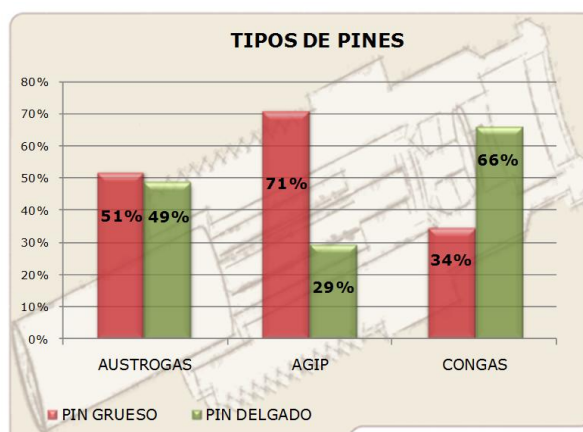
TIPOS DE PINES POR COMERCIALIZADORA

AUSTROGAS				
GRUESO		DELGADO		TOTAL
[uni]	%	[uni]	%	
69	59,0%	48	41,0%	117
288	53,0%	255	47,0%	543
303	49,5%	309	50,5%	612
306	49,9%	307	50,1%	613
267	49,7%	270	50,3%	537
612	54,4%	513	45,6%	1125
925	50,5%	908	49,5%	1833
2770	51%	2610	49%	5380

AGIP				
GRUESO		DELGADO		TOTAL
[uni]	%	[uni]	%	
128	77,6%	37	22,4%	165
180	72,0%	70	28,0%	250
278	68,3%	129	31,7%	407
189	70,5%	79	29,5%	268
267	69,5%	117	30,5%	384
894	69,2%	397	30,8%	1291
261	73,9%	92	26,1%	353
786	71,2%	318	28,8%	1104
2983	71%	1239	29%	4222

GONGAS				
GRUESO		DELGADO		TOTAL
[uni]	%	[uni]	%	
60	33,3%	120	66,7%	180
105	35,8%	188	64,2%	293
144	33,6%	285	66,4%	429
180	33,3%	360	66,7%	540
307	34,5%	584	65,5%	891
435	33,8%	851	66,2%	1286
548	35,5%	997	64,5%	1545
1779	34%	3385	66%	5164

RESUMEN			
	AUSTROGAS	AGIP	CONGAS
PIN GRUESO	51%	71%	34%
PIN DELGADO	49%	29%	66%
TOTAL	100%	100%	100%





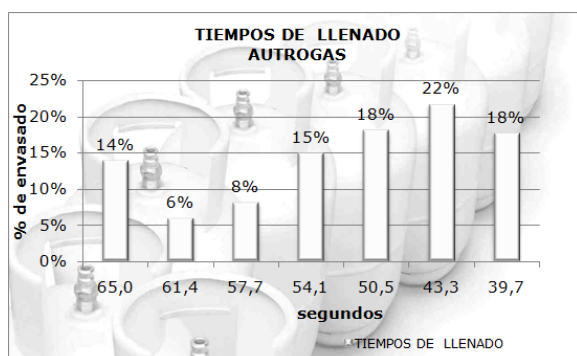
“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

ANEXOS 24: Tiempos de envasado. Por comercializadora

Realizado: José Adolfo.

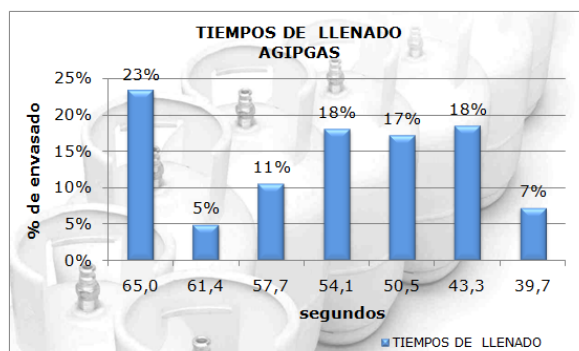
Tiempos de envasado y grafica de barras AUSTROGAS.

		AUSTROGAS							
		65,0 [seg.]	61,4 [seg.]	57,7 [seg.]	54,1 [seg.]	50,5 [seg.]	43,3 [seg.]	39,7 [seg.]	TOTAL
OBS. 1		30	12	17	32	38	48	40	217
		14%	6%	8%	15%	18%	22%	18%	100%
OBS. 2		91	45	47	106	114	139	124	666
		14%	7%	7%	16%	17%	21%	19%	100%
OBS. 3		38	15	25	38	53	59	43	271
		14%	6%	9%	14%	20%	22%	16%	100%
OBS. 4									0
									0%
OBS. 5									0
									0%
PROMEDIO		14%	6%	8%	15%	18%	22%	18%	100%



Tiempos de envasado y grafica de barras AGIPGAS.

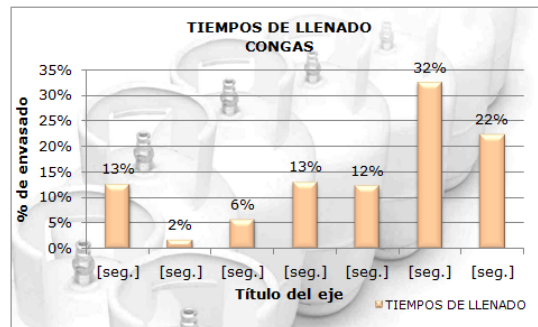
		AGIPGAS							
		65,0 [seg.]	61,4 [seg.]	57,7 [seg.]	54,1 [seg.]	50,5 [seg.]	43,3 [seg.]	39,7 [seg.]	TOTAL
OBS. 1		30	11	13	28	24	28	7	141
		21%	8%	9%	20%	17%	20%	5%	100%
OBS. 2		38	5	18	31	17	33	20	162
		23%	3%	11%	19%	10%	20%	12%	100%
OBS. 3		46	15	31	35	42	32	11	212
		22%	7%	15%	17%	20%	15%	5%	100%
OBS. 4		45	4	19	27	38	32	13	178
		25%	2%	11%	15%	21%	18%	7%	100%
OBS. 5		60	10	18	48	42	46	16	240
		25%	4%	8%	20%	18%	19%	7%	100%
PROMEDIO		23%	5%	11%	18%	17%	18%	7%	100%





Tiempos de envasado y grafica de barras AGIPGAS.

	CONGAS							TOTAL
	65,0 [seg.]	61,4 [seg.]	57,7 [seg.]	54,1 [seg.]	50,5 [seg.]	43,3 [seg.]	39,7 [seg.]	
OBS. 1	31	7	13	33	29	88	48	249
	12%	3%	5%	13%	12%	35%	19%	100%
OBS. 2	21	2	7	17	23	55	40	165
	13%	1%	4%	10%	14%	33%	24%	100%
OBS. 3	33	4	20	35	23	55	39	209
	16%	2%	10%	17%	11%	26%	19%	100%
OBS. 4	20	2	8	26	27	75	58	216
	9%	1%	4%	12%	13%	35%	27%	100%
OBS. 5								0
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
OBS. 6								0
	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
PROMEDIO	13%	2%	6%	13%	12%	32%	22%	100%

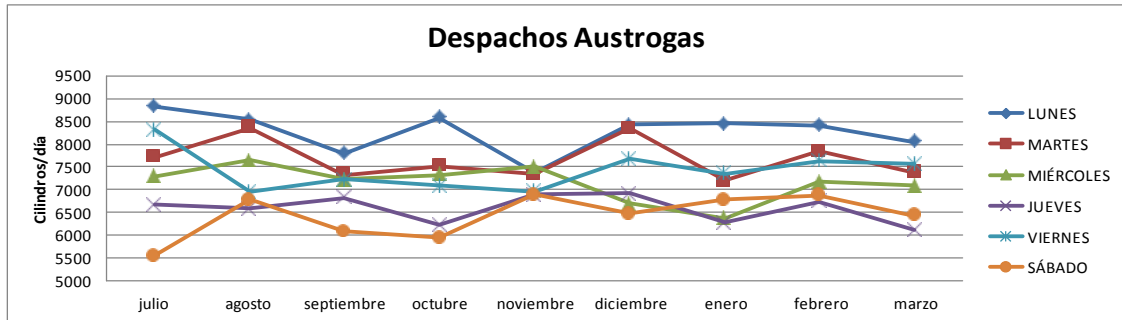




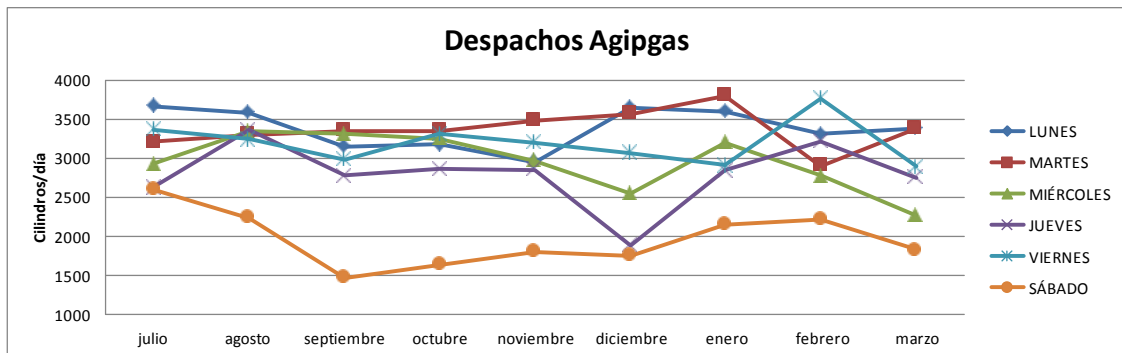
ANEXOS 25: Variación del envasado

Realizado: José Adolfo.

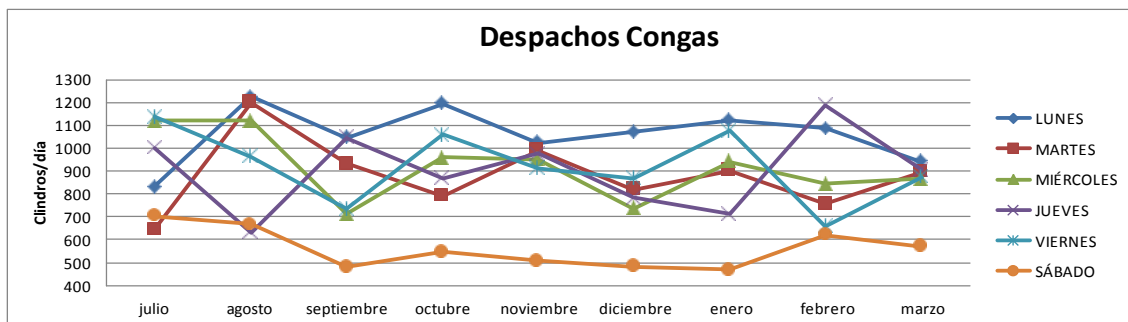
Grafica xy AUSTROGAS.



Grafica xy AGIPGAS.



Grafica xy CONGAS.





ANEXOS 26: Análisis del Valor Agregado

Familia: Austrogas

Realizado: José Adolfo.

Balanzas estacionarias AUSTROGAS.

	C/T [seg.]	L/T [seg.]	VA [seg.]	VNA [seg.]
Balanzas Austrogas				
Descarga y estibaje	2,06	2,06		2,06
Almacenaje	----	----	----	----
Descarga	2,06	2,06		2,06
Envasado	16,36	81,82	67,8	
Sellado y Hermerizado	5,5	5,5	5,5	
Estibaje	2,19	2,19		2,19
Almacenaje	----	----	----	----
Descarga	2,19	2,19		2,19
Carga	2,19	2,19		2,19
TOTAL	32,55	98,01	73,3	10,69
%			87%	13%

Carrusel Austrogas

	C/T [seg.]	L/T [seg.]	VA [seg.]	VNA [seg.]
Carrusel Austrogas				
Descarga y estibaje	1,37	1,37		1,37
Almacenaje	----	----	----	----
Descarga	1,37	1,37	0	1,37
Transporte cadena 1	1,33	143		143
Tarado manual	1,2	1,2		1,2
Envasado	2,92	70,1	54,77	
Tarado automático	3,18	3,18	3,18	
Verificado y hermetizado	2,4	18		2,4
P. Estanqueidad	1,69	47		15,9
Transporte cadena 4	1,2	100		100
Estibaje	2,19	2,19		2,19
Almacenaje	----	----	----	----
Descarga	2,19	2,19		2,19
Transporte 5	1,75	102		102
Carga	1,46	1,46		1,46
TOTAL	24,25	493,06	57,95	373,08
%			13%	87%

Continúa...



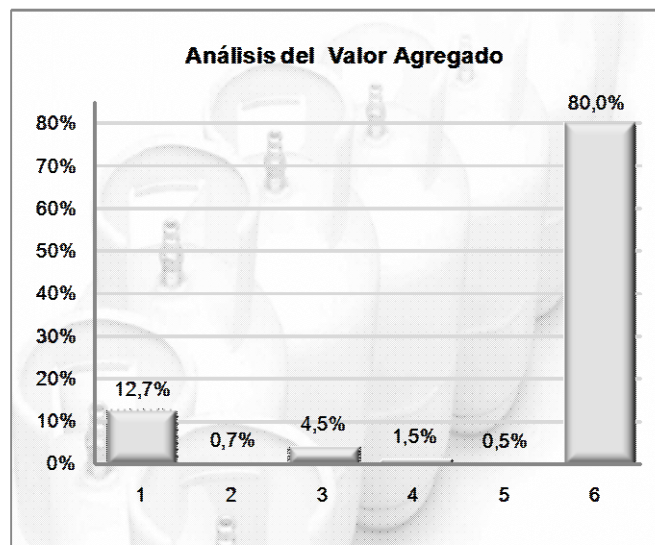
“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

ANÁLISIS DEL VALOR AGREGADO EN LA PLANTA DE ENVASADO

Situación :	ACTUAL	Empresa:	CEM AUSTROGAS
Elaborado por:	José Adolfo	Familia:	Austrogas
Fecha de elaboración:		Proceso:	Envasado

Nº	VA Real		VNA				ACTIVIDAD	Tiempos unitarios [seg.]
	VA Cliente	VA Empresa	Control	Movimiento	Espera	Transporte		
1				X			Descarga y estibaje	1,37
2				X			Descarga	1,37
3						X	Transporte Cadena 1	143
4			X				Tarado manual	1,2
7	X						Envasado	54,77
8		X					Tarado automático	3,18
9			X				Verificar y hermetizar	2,4
10			X				Prueba estanqueidad	15,9
11						X	Transporte cadena 4	100
12					X		Estibar	2,19
13				X			Descargar	2,19
14						X	Transporte cadena 5	102
15				X			Carga	1,46
TOTAL [seg.]								431,03

RESUMEN			
Nº	ACTIVIDADES	Tiempo	%
1	VAC	54,77	12,7%
2	VAE	3,18	0,7%
3	CON	19,5	4,5%
4	MOV	6,39	1,5%
5	ESP	2,19	0,5%
6	TRA	345	80,0%
TOTAL [seg.]		431,03	100,0%
VA [seg.]		57,95	
% VA [seg.]		13%	





ANEXOS 27: Análisis del Valor Agregado

Familia: Agipgas

Realizado: José Adolfo.

Carrusel Agipgas

	C/T [seg.]	L/T [seg.]	VA [seg.]	VNA [seg.]
Carrusel Agipgas				
Descarga y apilado	1,37	1,37		1,37
Almacenaje	----	----	----	----
Descarga	1,37	1,37		1,37
Transporte cadena 1	1,33	143		143
Tarado manual	1,2	1,2		1,2
Envasado	2,92	70,1	57,97	
Tarado automático	3,18	3,18	3,18	
Verificar y hermetizado	2,4	18		2,4
P. Estanqueidad	1,69	47		15,9
Transporte cadena 4	1,2	100		100
Transporte 5	1,75	102		102
Carga	1,46	1,46		1,46
TOTAL	19,87	488,68	61,15	368,7
%			14%	86%

Continúa...



“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

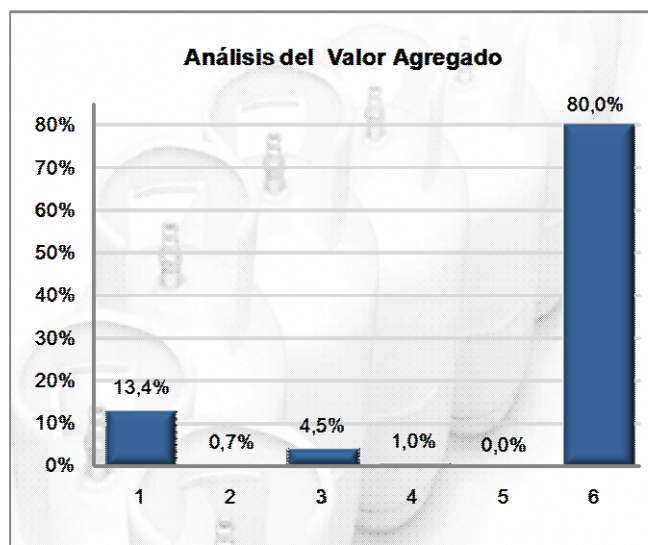
ANÁLISIS DEL VALOR AGREGADO EN LA PLANTA DE ENVASADO

Situación :	ACTUAL
Elaborado por:	José Adolfo
Fecha de elaboración:	

Empresa:	CEM AUSTROGAS
Familia:	AGIPGAS
Proceso:	Envasado

Nº	VA Real		VNA				ACTIVIDAD	Tiempos unitarios [seg.]
	VA Cliente	VA Empresa	Control	Movimiento	Espera	Transporte		
1				X			Descarga y estibaje	1,37
2				X			Descarga	1,37
3						X	Transporte Cadena 1	143
4			X				Tarado manual	1,2
7	X						Envasado	57,97
8		X					Tarado automático	3,18
9			X				Verificar y hermetizar	2,4
10			X				Prueba estanqueidad	15,9
11						X	Transporte cadena 4	100
12					X		Estibar	0
13				X			Descargar	0
14						X	Transporte cadena 5	102
15				X			Carga	1,46
TOTAL [seg.]								429,85

RESUMEN			
Nº	ACTIVIDADES	Tiempo	%
1	VAC	57,97	13,4%
2	VAE	3,18	0,7%
3	CON	19,5	4,5%
4	MOV	4,2	1,0%
5	ESP	0	0,0%
6	TRA	345	80,0%
TOTAL [seg.]		429,85	99,7%
VA [seg.]		61,15	
% VA [seg.]		14%	





ANEXOS 28: Análisis del Valor Agregado

Familia: Congas

Realizado: José Adolfo.

Carrusel Congas

	C/T [seg.]	L/T [seg.]	VA [seg.]	VNA [seg.]
Carrusel Congas				
Descarga y apilado	1,37	1,37		1,37
Almacenaje	----	----	----	----
Descarga	1,37	1,37		1,37
Transporte cadena 1	1,33	143		143
Tarado manual	1,2	1,2		1,2
Envasado	2,92	70,1	52,5	
Tarado automático	3,18	3,18	3,18	
Verificar y hermetizado	2,4	18		2,4
P. Estanqueidad	1,69	47		15,9
Transporte cadena 4	1,2	100		100
Transporte 5	1,75	102		102
Carga	1,46	1,46		1,46
TOTAL	19,87	488,68	55,68	368,7
%			13%	87%

Continúa...



“Estudio de la Capacidad de producción bajo la filosofía Lean Production en el proceso de envasado de la Compañía de Economía Mixta AUSTROGAS”

ANÁLISIS DEL VALOR AGREGADO EN LA PLANTA DE ENVASADO

Situación :	ACTUAL
Elaborado por:	José Adolfo
Fecha de elaboración:	

Empresa:	CEM AUSTROGAS
Familia:	CONGAS
Proceso:	Envasado

Nº	VA Real		VNA				ACTIVIDAD	Tiempos unitarios [seg.]
	VA Cliente	VA Empresa	Control	Movimiento	Espera	Transporte		
1				X			Descarga y estibaje	1,37
2				X			Descarga	1,37
3						X	Transporte Cadena 1	143
4			X				Tarado manual	1,2
7	X						Envasado	52,5
8		X					Tarado automático	3,18
9			X				Verificar y hermetizar	2,4
10			X				Prueba estanqueidad	15,9
11						X	Transporte cadena 4	100
12					X		Estibar	0
13				X			Descargar	0
14						X	Transporte cadena 5	102
15				X			Carga	1,46
TOTAL [seg.]								424,38

RESUMEN			
Nº	ACTIVIDADES	Tiempo	%
1	VAC	52,5	12,2%
2	VAE	3,18	0,7%
3	CON	19,5	4,5%
4	MOV	4,2	1,0%
5	ESP	0	0,0%
6	TRA	345	80,0%
TOTAL [seg.]		424,38	98,5%
VA [seg.]		55,68	
% VA [seg.]		13%	

