

## APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE GLP EN LA EMPRESA PRONTO GAS S.A. EN EL AÑO 2018

José Antonio Garrido Oyola <sup>1</sup>

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar si existe la influencia de la aplicación de un programa de mejora, utilizando la metodología DMAIC de Six Sigma al proceso de la línea de envasado de GLP de 10 kg de la empresa Pronto Gas S.A. en el año 2018 para mejorar su productividad. **Materiales y métodos:** La presente investigación es de tipo cuantitativo, la población y muestra esta conformada por el total de empleados de la Empresa Pronto Gas S.A., La investigación tomó los datos de productividad de la empresa del año 2017, agrupados en 52 semanas, como los del proceso inicial, para luego aplicar el programa de mejora y observar su desempeño durante un total de 24 semanas en el año 2018. **Resultados:** En la presente investigación se determinó, a través del contraste de hipótesis, que la aplicación de la metodología DMAIC permite un aumento de la productividad de un proceso, en nuestro caso de un 2.08% de la eficiencia y 3.31% de la eficacia. **Conclusiones:** Con el contraste de hipótesis mostrado en el presente estudio se concluye que la aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la línea de envasado de GLP en la empresa Pronto Gas S.A. en el año 2018.

**Palabras clave:** Mejora de procesos, DMAIC, Six sigma, envasado de GLP, productividad, eficiencia, eficacia.

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

## ABSTRACT

**Objective:** To determine if the influence of the application of an improvement program exists, using the Six Sigma DMAIC methodology to the process of the 10 kg LPG packaging line of the company Pronto Gas S.A. in 2018 to improve their productivity. **Materials and methods:** The present investigation is of quantitative type, the population and sample is conformed by the total of employees of the Company Pronto Gas SA, The investigation took the data of productivity of the company of the year 2017, grouped in 52 weeks, as those of the initial process, to then apply the improvement program and observe its performance for a total of 24 weeks in 2018. **Results:** In the present investigation it was determined, through the hypothesis test, that the application of the DMAIC methodology allows an increase in the productivity of a process, in our case of 2.08% efficiency and 3.31% efficiency. **Conclusions:** With the contrast of hypothesis shown in the present study, it is concluded that the application of the DMAIC methodology improves the productivity in the LPG packaging line in the company Pronto Gas S.A. in the year 2018.

**Keywords:** Process improvement, DMAIC, Six Sigma, LPG bottling, productivity, efficiency, efficacy.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada “Aplicación de la metodología DMAIC para la mejora de la productividad de la línea de envasado de GLP en la empresa Pronto Gas S.A. en el año 2018” tiene como objetivo principal el determinar si la aplicación de la metodología DMAIC puede mejorar la productividad.

Se utilizó el método de la investigación científica con un enfoque cuantitativo aplicado, de diseño cuasi experimental y de un alcance explicativo. La población del proceso inicial estuvo conformada por la producción de balones de 10 kg de la planta envasadora de la empresa Pronto Gas S.A. en el año 2017 agrupadas en sus 52 semanas, y para la parte cuasi experimental se consideró la producción de la misma línea de envasado por un total de 24 semanas luego de la aplicación del programa de mejoras construido utilizando la metodología DMAIC de Six Sigma. En la aplicación de la metodología DMAIC se halló que el principal factor crítico para la generación de fallos en la línea de envasado era el área de llenado, proponiéndose cambios en el equipo y proceso, durante sus fases de definición, medición, análisis, mejoramiento y control. Finalmente, luego del análisis estadístico descriptivo se obtuvo un aumento del 1.18%, 1.84% y 2.87% en la eficiencia, eficacia y efectividad semanal, así como el aumento del nivel sigma del proceso desde un 3.55 a un 4.17 sigma.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es de tipo cuantitativo, de acuerdo al fin que se persigue, esta investigación es aplicada porque tiene como finalidad la solución de problemas prácticos y actuales en la empresa Pronto Gas S.A., específicamente la baja productividad en la línea de envasado de GLP. Conforme al objeto de la investigación, ésta es descriptiva, pues busca especificar propiedades, características y rasgos del fenómeno bajo análisis, en el caso específico se busca identificar las características del proceso de envasado y especificaciones del producto a través de la metodología DMAIC de Six Sigma. Además, tiene un alcance explicativo. El diseño utilizado para esta investigación es de tipo cuasi experimental con dos mediciones, una pretest (O1) y otro post test (O2), entre las cuales se da la aplicación de la metodología DMAIC de Six Sigma. La población en esta investigación se definió como la producción semanal de balones envasados de GLP medidos durante un periodo de seis meses, la muestra es igual a la población descrita.

## RESULTADOS

En la presente investigación se determinó, a través del contraste de hipótesis, que la aplicación de la metodología DMAIC permite un aumento de la productividad de un proceso, en nuestro caso de un 2.08% de la eficiencia y 3.31% de la eficacia.



Análisis pretest

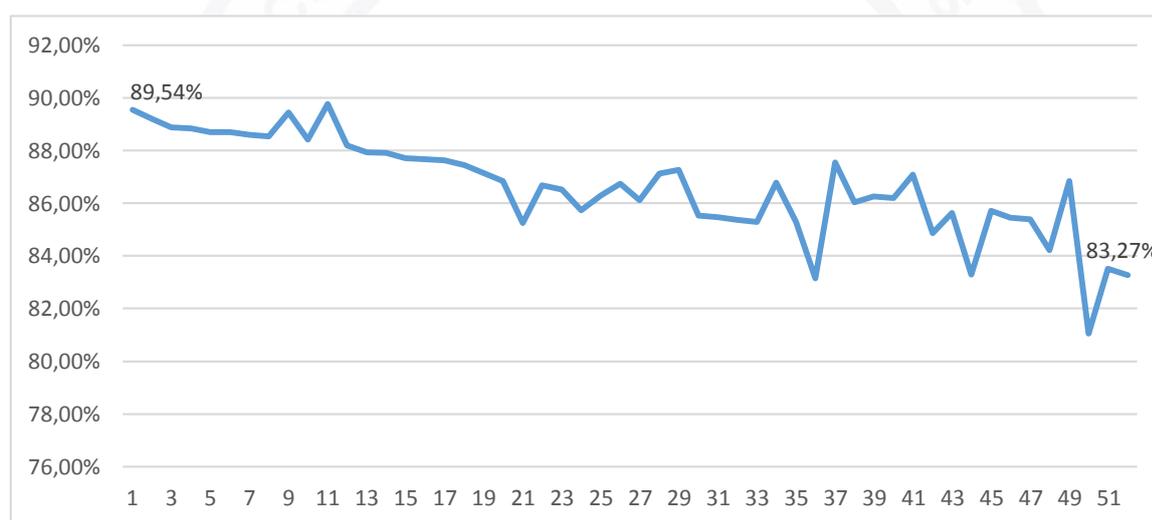
Semanas	Produccion Programada (Cil)	Produccion Real (sin defectos)	Materia Prima utilizada (Kg)	Materia Prima programada (Kg)	Eficiencia (M.P.u/M.P.p)	Eficacia (P.Real/P.Programada)	Efectividad (Eficiencia x Eficacia)
1	9600	8727	88599.23	87270.00	98.50%	90.91%	89.54%
2	9600	8821	90856.30	88210.00	97.09%	91.89%	89.21%
3	9600	8618	87046.65	86180.00	99.00%	89.77%	88.88%
4	9600	8698	88714.50	86980.00	98.04%	90.60%	88.83%
5	9600	8685	88590.20	86850.00	98.04%	90.47%	88.69%
6	9600	8600	86859.65	86000.00	99.01%	89.58%	88.70%
7	9600	8675	88488.00	86750.00	98.04%	90.36%	88.59%
8	9600	8670	88433.23	86700.00	98.04%	90.31%	88.54%
9	9600	8674	87617.80	86740.00	99.00%	90.35%	89.45%
10	9600	8573	86584.93	85730.00	99.01%	89.30%	88.42%
11	9600	8728	88397.68	87280.00	98.74%	90.92%	89.77%
12	9600	8552	86376.98	85520.00	99.01%	89.08%	88.20%
13	9600	8525	86097.50	85250.00	99.02%	88.80%	87.93%
14	9600	8693	89542.48	86930.00	97.08%	90.55%	87.91%
15	9600	8589	87603.48	85890.00	98.04%	89.47%	87.72%
16	9600	8584	87554.25	85840.00	98.04%	89.42%	87.67%
17	9600	8581	87524.98	85810.00	98.04%	89.39%	87.63%
18	9600	8563	87337.50	85630.00	98.04%	89.20%	87.45%
19	9600	8617	88757.33	86170.00	97.08%	89.76%	87.14%
20	9600	8504	86745.60	85040.00	98.03%	88.58%	86.84%
21	9600	8586	90071.80	85860.00	95.32%	89.44%	85.26%
22	9600	8406	84909.45	84060.00	99.00%	87.56%	86.69%
23	9600	8473	86426.38	84730.00	98.04%	88.26%	86.53%
24	9600	8547	88763.80	85470.00	96.29%	89.03%	85.73%
25	9600	8451	86197.65	84510.00	98.04%	88.03%	86.31%
26	9600	8527	87325.00	85270.00	97.65%	88.82%	86.73%
27	9600	8350	84338.23	83500.00	99.01%	86.98%	86.11%
28	9600	8577	87953.40	85770.00	97.52%	89.34%	87.13%
29	9600	8566	87583.03	85660.00	97.80%	89.23%	87.27%
30	9600	8293	83763.35	82930.00	99.01%	86.39%	85.53%
31	9600	8368	85350.18	83680.00	98.04%	87.17%	85.46%
32	9600	8278	83612.48	82780.00	99.00%	86.23%	85.37%
33	9600	8352	85194.43	83520.00	98.03%	87.00%	85.29%
34	9600	8434	85371.85	84340.00	98.79%	87.85%	86.79%
35	9600	8352	85186.43	83520.00	98.04%	87.00%	85.30%
36	9600	8213	84500.15	82130.00	97.20%	85.55%	83.15%
37	9600	8578	87541.10	85780.00	97.99%	89.35%	87.56%
38	9600	8410	85623.53	84100.00	98.22%	87.60%	86.05%
39	9600	8406	85332.10	84060.00	98.51%	87.56%	86.26%
40	9600	8400	85274.13	84000.00	98.51%	87.50%	86.19%
41	9600	8507	86572.50	85070.00	98.26%	88.61%	87.08%
42	9600	8311	84774.75	83110.00	98.04%	86.57%	84.87%
43	9600	8393	85696.15	83930.00	97.94%	87.43%	85.63%
44	9600	8222	84546.60	82220.00	97.25%	85.65%	83.29%
45	9600	8377	85284.13	83770.00	98.22%	87.26%	85.71%
46	9600	8377	85534.33	83770.00	97.94%	87.26%	85.46%
47	9600	8369	85447.90	83690.00	97.94%	87.18%	85.38%
48	9600	8246	84107.98	82460.00	98.04%	85.90%	84.21%
49	9600	8538	87435.85	85380.00	97.65%	88.94%	86.85%
50	9600	8082	83950.20	80820.00	96.27%	84.19%	81.05%
51	9600	8257	85042.08	82570.00	97.09%	86.01%	83.51%
52	9600	8234	84813.90	82340.00	97.08%	85.77%	83.27%
<b>PROMEDIO</b>		<b>8483.79</b>	<b>86562.56</b>	<b>84838</b>	<b>98.01%</b>	<b>88.37%</b>	<b>86.62%</b>
<b>TOTAL</b>		<b>441157</b>	<b>4501253</b>				

Figura 1. Consolidado de datos de la producción de la línea de envasado de Pronto Gas S.A. en

el año 2017 por semana

**Fuente:** Elaboración propia

La figura anterior muestra el consolidado de la producción de la línea de envasado de 10 kg en el año 2017, de la cual se puede observar que el promedio de producción fue de 8483.79 balones semanales, con una producción total de 441157 balones de 10 kg de GLP envasados. Ello con el uso de un promedio de 86562.56 kg de GLP y un total de 4501253 kg de GLP como materia prima. También se muestran los indicadores de Eficiencia, eficacia y efectividad los cuales alcanzaron un 98.01%, 88.37% y 86.62% en promedio anual. Todos ellos indicadores significativos de la situación inicial del proceso.

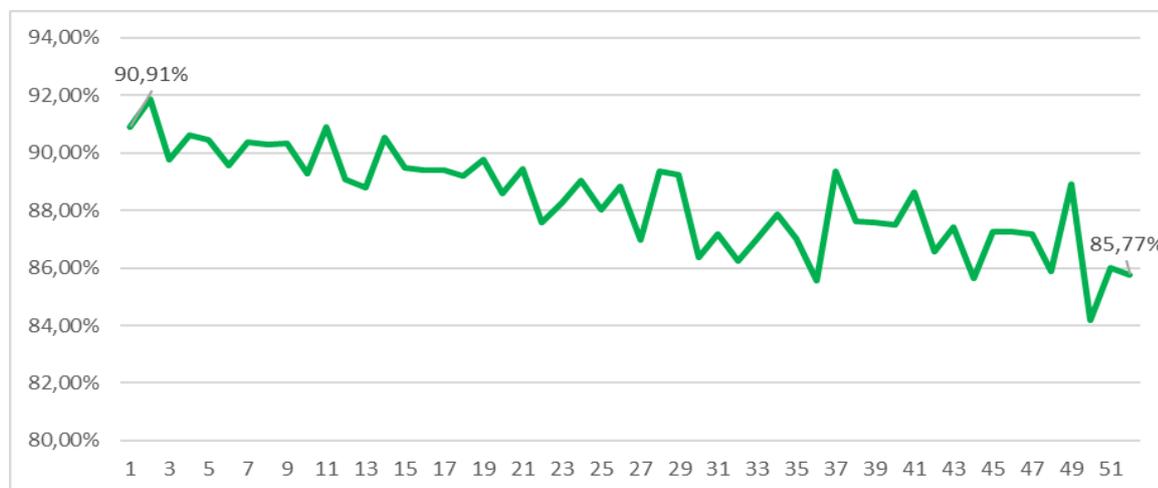


**Figura 1.** Evolución de la efectividad de la línea de envasado de Pronto Gas S.A. en el año 2017 por semana

**Fuente:** Elaboración propia

La figura anterior muestra la evolución del indicador de efectividad, el cual es igual al producto de la eficiencia por la eficacia del mismo, los datos mostrados se refieren a la producción total de la línea de envasado de GLP de 10 kg del año 2017, se obtuvo una variación

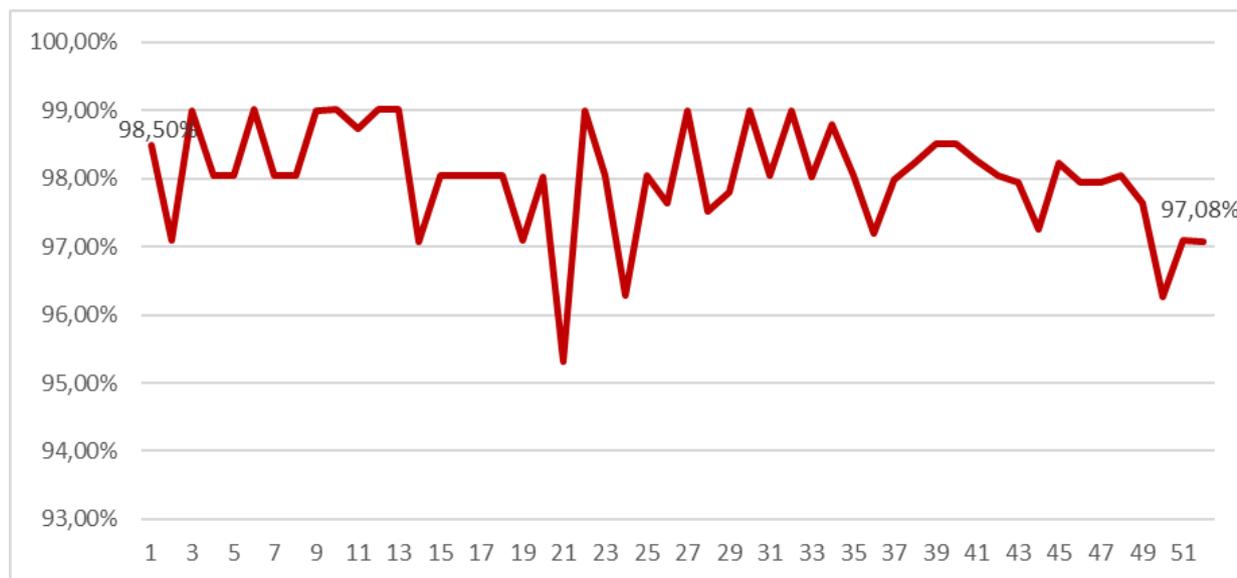
entre 89.54% en la primera semana y un 83.27% la última semana, con una pendiente claramente negativa.



**Figura 3.** Evolución de la eficacia de la línea de envasado de Pronto Gas S.A. en el año 2017 por semana

**Fuente:** Elaboración propia

La figura anterior muestra la evolución del indicador de eficacia, el cual es calculado al dividir la producción real sobre la producción programada, los datos mostrados se refieren a la producción total de la línea de envasado de GLP de 10 kg del año 2017, se obtuvo una variación entre 90.91% en la primera semana y un 85.77% la última semana, con una pendiente claramente negativa.



**Figura 4.** Evolución de la eficiencia de la línea de envasado de Pronto Gas S.A. en el año 2017 por semana

**Fuente:** Elaboración propia

La figura anterior muestra la evolución del indicador de eficiencia, el cual es calculado al dividir la cantidad de materia prima utilizada sobre la materia prima programada o nominal para la producción alcanzada, los datos mostrados se refieren a la producción total de la línea de envasado de GLP de 10 kg del año 2017, se obtuvo una variación entre 98.50% en la primera semana y un 97.08% la última semana, con una pendiente claramente negativa.

## Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Produccion Real (sin defectos)	52	8082	8821	8483,79	161,838	26191,503
Materia Prima utilizada (Kg)	52	83612,48	90856,30	86562,5598	1731,18666	2997007,261
Materia Prima programada (Kg)	52	80820,00	88210,00	84837,8846	1618,37892	2619150,339
Eficiencia inicial (M.P.u/M. P.p)	52	,953240	,990157	,98012286	,007826936	,000
Eficacia inicial (P.Real/P. Programada)	52	,841875	,918854	,88372797	,016858114	,000
Efectividad inicial (Eficiencia x Eficacia)	52	,810485	,897671	,86617512	,018498712	,000
N válido (por lista)	52					

**Figura 5.** Estadística descriptiva de los indicadores del Pretest, correspondiente a la producción de la empresa Pronto Gas S.A. en el año 2017 por semana

**Fuente:** Elaboración propia

La figura anterior muestra los resultados del análisis de estadística descriptiva a los indicadores del pretest mediante el software SPSS, de entre ellos se resaltan las desviaciones estándar de 0,0078; 0,016; 0,018 para los indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad inicial respectivamente; así como los promedios ya mostrados en la Figura 23. También es de resaltar que el promedio de la producción semanal es de 8483,79 balones y el uso de materia prima es de 90856,30 kg de GLP.

Análisis Post test

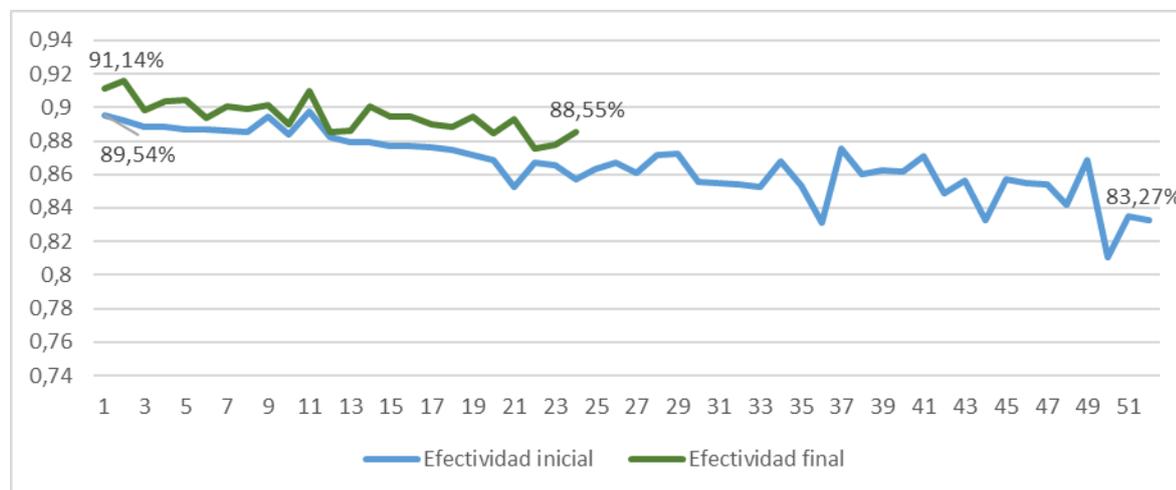
Semanas	Produccion Programada (Cil)	Produccion Real (sin defectos)	Materia Prima utilizada (Kg)	Materia Prima programada (Kg)	Eficiencia (MP.u/MP.p)	Eficacia (P.Real/P.Programada)	Efectividad (Eficiencia x Eficacia)
1	9600	8816	88826.29	88160	99.25%	91.83%	91.14%
2	9600	8852	89129.87	88520	99.32%	92.21%	91.58%
3	9600	8698	87745.66	86980	99.13%	90.60%	89.81%
4	9600	8750	88284.31	87500	99.11%	91.15%	90.34%
5	9600	8741	88013.44	87410	99.31%	91.05%	90.43%
6	9600	8654	87263.94	86540	99.17%	90.15%	89.40%
7	9600	8705	87670.86	87050	99.29%	90.68%	90.03%
8	9600	8694	87593.62	86940	99.25%	90.56%	89.89%
9	9600	8722	87919.33	87220	99.20%	90.85%	90.13%
10	9600	8605	86677.71	86050	99.28%	89.64%	88.99%
11	9600	8798	88660.47	87980	99.23%	91.65%	90.94%
12	9600	8575	86542.39	85750	99.08%	89.32%	88.51%
13	9600	8572	86349.38	85720	99.27%	89.29%	88.64%
14	9600	8717	87915.57	87170	99.15%	90.80%	90.03%
15	9600	8654	87219.22	86540	99.22%	90.15%	89.44%
16	9600	8657	87246.19	86570	99.22%	90.18%	89.48%
17	9600	8609	86727.96	86090	99.26%	89.68%	89.02%
18	9600	8600	86746.90	86000	99.14%	89.58%	88.81%
19	9600	8662	87386.87	86620	99.12%	90.23%	89.44%
20	9600	8555	86198.49	85550	99.25%	89.11%	88.44%
21	9600	8649	87238.22	86490	99.14%	90.09%	89.32%
22	9600	8485	85637.17	84850	99.08%	88.39%	87.57%
23	9600	8497	85720.65	84970	99.12%	88.51%	87.74%
24	9600	8578	86556.32	85780	99.10%	89.35%	88.55%
<b>PROMEDIO</b>		<b>8660.21</b>	<b>87302.95</b>	<b>86602</b>	<b>99.20%</b>	<b>90.21%</b>	<b>89.49%</b>
<b>TOTAL</b>		<b>207845</b>	<b>2095270.83</b>				

Figura 6. Consolidado de datos de la producción de la línea de envasado de Pronto Gas S.A. en el análisis Post Test agrupado por semana

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se muestra el consolidado de la producción de la línea de envasado de 10 kg alcanzada luego de las mejoras implementadas a través de la metodología DMAIC. De la figura se observa que el promedio de producción alcanzado fue de 8660.21 balones semanales, con una producción total de 207845 balones de 10 kg de GLP envasados. Ello con el

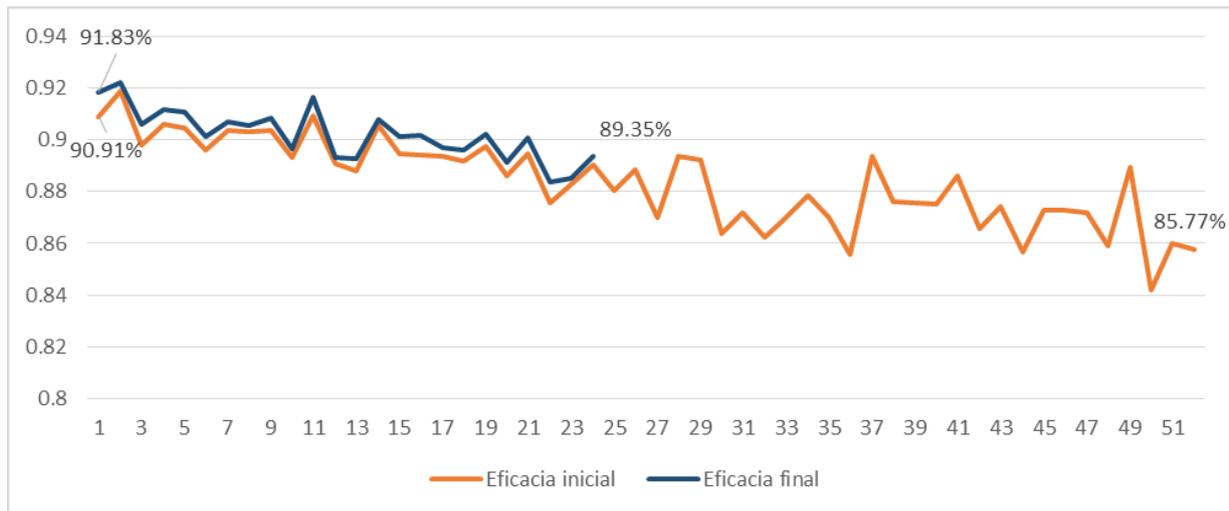
uso de un promedio de 87302.95 kg de GLP y un total de 2095270.83 kg de GLP como materia prima. También se muestran los indicadores de Eficiencia, eficacia y efectividad los cuales alcanzaron un 99.20%, 90.21% y 89.49% en promedio del periodo de 24 semanas.



**Figura 7.** Comparativo de la evolución de la efectividad de la línea de envasado de Pronto Gas S.A. en el análisis Pre y Post Test agrupado por semana

**Fuente:** Elaboración propia

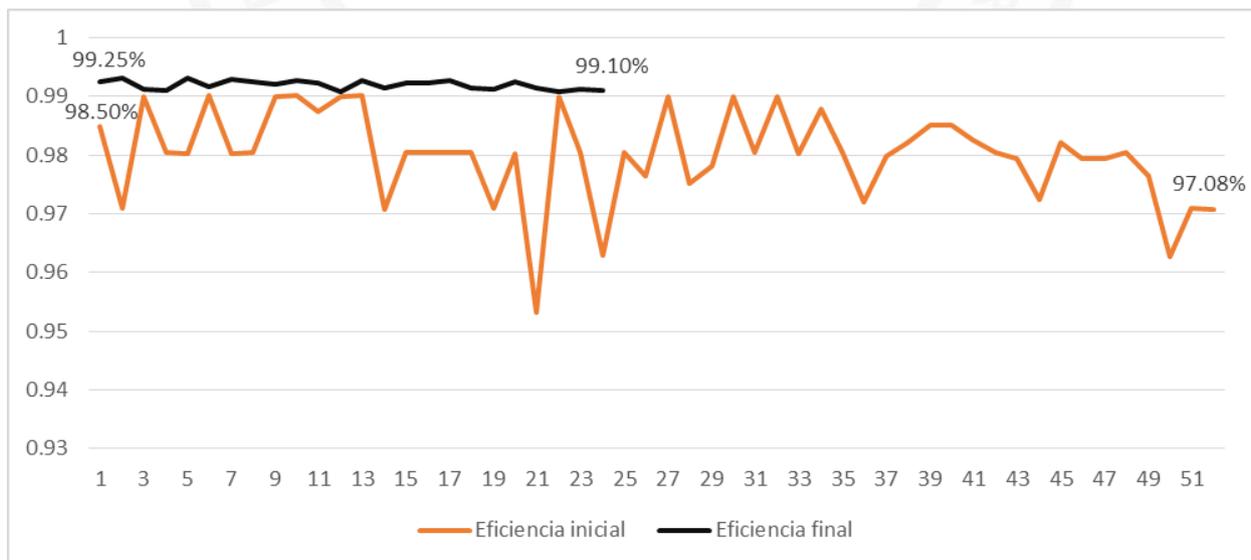
La figura anterior compara la evolución del indicador de efectividad de la producción, en relación al pre y post test, hallándose que en el post test tuvo una variación entre 91.14% en la primera semana y un 88.55% la última semana, haciéndose resaltar que en todo el periodo esta es superior a la obtenida en el pretest.



**Figura 8.** Comparativo de la evolución de la eficacia de la línea de envasado de Pronto Gas S.A. en el análisis Pre y Post Test agrupado por semana

**Fuente:** Elaboración propia

La figura anterior compara la evolución del indicador de eficacia de la producción, en relación al pre y post test, hallándose que en el post test tuvo una variación entre 91.83% en la primera semana y un 89.35% la última semana, haciéndose resaltar que en todo el periodo esta es superior a la obtenida en el pretest.



**Figura 9.** Comparativo de la evolución de la eficiencia de la línea de envasado de Pronto Gas

S.A. en el análisis Pre y Post Test agrupado por semana

**Fuente:** Elaboración propia

La figura anterior compara la evolución del indicador de eficiencia de la producción, en relación al pre y post test, hallándose que en el post test tuvo una variación entre 99.25% en la primera semana y un 99.10% la última semana del periodo, haciéndose resaltar que en todo el periodo esta es superior a la obtenida en el pretest.

**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Produccion Real (sin defectos) - Final	24	8485	8852	8660,21	94,631
Materia Prima utilizada (Kg) - Final	24	85637,17	89129,87	87302,9513	926,35895
Materia Prima programada (Kg) - Final	24	84850,00	88520,00	86602,0833	946,31082
Eficiencia final (M.P.u/M. P.p)	24	,990808	,993158	,99196900	,000756113
Eficacia final (P.Real/P. Programada)	24	,883854	,922083	,90210504	,009857353
Efectividad final (Eficiencia x Eficacia)	24	,875730	,915774	,89486346	,010099413
N válido (por lista)	24				

**Figura 10.** Estadística descriptiva de los indicadores del Post test, correspondiente a la producción de la empresa Pronto Gas S.A. por semana

**Fuente:** Elaboración propia

La figura anterior muestra los resultados del análisis de estadística descriptiva a los indicadores del post test mediante el software SPSS, de entre ellos se resaltan las desviaciones estándar de 0,00075; 0,0098; 0,010 para los indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad inicial respectivamente; así como los promedios ya mostrados en la Figura 28. También es de resaltar que el promedio de la producción semanal es de 8660,21 balones y el uso de materia prima es de 87302,95 kg de GLP.



Calcular el nivel sigma del proceso. Caso 1: Para productos Conformes/No conformes		
1. Número de unidades procesadas	N=	441157
2. Porcentaje de posibilidades de encontrar el defecto	O=	100%
3. Numero de defectos detectados	D=	1682
4. Porcentaje de Defectos	$DPU=D/(N \times O)$	0.4%
5. Productividad (Rto. del proceso)	$=(1-DPU) \times 100$	99.6%
6.	Nivel sigma del proceso =	4.17

**Figura 11.** Cálculo del nivel sigma del proceso final utilizando la plantilla de cálculo del portal PDCAHOME

**Fuente:** Elaboración propia

La figura anterior muestra el cálculo del nivel sigma del proceso final utilizando la plantilla de cálculo del portal PDCAHOME, resultado este de 4.17 sigma. También se observa un rendimiento o productividad del proceso de 99.6%, lo cual significa una mejora frente al proceso inicial. Cabe anotar que el cálculo de productos defectuosos se realizó mediante la fórmula:  $(\text{Materia prima usada} - \text{Materia prima programada}) / 10$ ; la cual se refiere a la cantidad de balones defectuosos que representan la pérdida total de materia prima (GLP); se consideró además la probabilidad del 100% de encontrar el error pues la totalidad de balones son pesados.

Indicador	Pretest	Post Test	Diferencia	% Diferencia en relación al pretest
Promedio de Produccion Real semanal(sin defectos)	8483.79	8660.21	176.42	2.08%
Promedio de Materia Prima semanal utilizada (Kg)	86562.56	87302.95	740.39	0.86%
Materia Prima semanal programada (Kg)	84837.88	86602.08	1764.20	2.08%
Promedio semanal de Eficiencia (MP.u/MP.p)	98.01%	99.20%	1.18%	1.21%
Promedio semanal de Eficacia (P.Real/P.Programada)	88.37%	90.21%	1.84%	2.08%
Promedio semanal de Efectividad (Eficiencia x Eficacia)	86.62%	89.49%	2.87%	3.31%
Tiempo de proceso	89.38	87.27	-2.11	-2.36%
Nivel sigma	3.55	4.17	0.62	17.46%

Figura 12. Consolidado y variación de los indicadores entre el pre y post test

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se consolidan los indicadores utilizados para la presente investigación en la cual se da cuenta que con la aplicación de la mejora del proceso, basado en la metodología DMAIC se obtuvo un incremento de la producción semanal de 176.42 balones que representa un incremento de 2.08%, un incremento en la materia prima utilizada de 740.39 kg de GLP que totaliza un 0.86%, incremento en la materia prima semanal utilizada de 1764.20 kg de GLP que representa un 2.08%. También se registró un alza del 1.18%, 1.84% y 2.87% en la eficiencia, eficacia y efectividad semanal correspondiente. Otro de los efectos positivos fue la reducción del tiempo de proceso de cada balón a un total de 2.11 segundos que representa una reducción del 2.36% del tiempo del proceso inicial. Y el principal resultado es el aumento del nivel sigma del proceso desde un 3.55 a un 4.17 sigma.

En esta investigación se halló, al igual que en el trabajo de Redendiz, A. (2013) que el principal motivo de sobrecostos en la producción es el sobrellenado del producto en el envase, así como coincidir en su conclusión que la aplicación de la metodología DMAIC es una

herramienta importante en la reducción de defectos. Los hallazgos son coincidentes a los de la investigación de Ortega, R. y Vilchez M. (2012), el cual concluyó que, en general las plantas de GLP producen gran cantidad de desperdicio (para el caso de estudio fue de 2.3% por balón producido) que puede ser reducido a través de la metodología DMAIC.

También se debe considerar un mejor control del peso neto del producto final, como posible herramienta de marketing hacia el usuario final, aseverando que se imparte un peso exacto, ello al reducir los defectos en el mismo y haber instaurado un método de control permanente; lo cual permite concluir, al igual que la investigación de Valencia, A. (2016) este estudio evidencia que la metodología DMAIC no solo se puede usar para reducción de variables continuas en un proceso sino que además se puede usar como herramienta para definir propuestas nuevas de implementación para generar valor agregado.

Finalmente se agrega que se logró el objetivo de mejora planteado, al elevar el nivel sigma del proceso de 3.55 a 4.17 sigma.

### CONCLUSIONES:

Con el contraste de hipótesis mostrado en el presente estudio se concluye que la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia, eficiencia y productividad en la línea de envasado de GLP en la empresa Pronto Gas S.A. en el año 2018

La aplicación de la metodología DMAIC en la presente investigación permitió una mejora de 1.21% y 2.08% de la eficiencia y eficacia del proceso inicial.

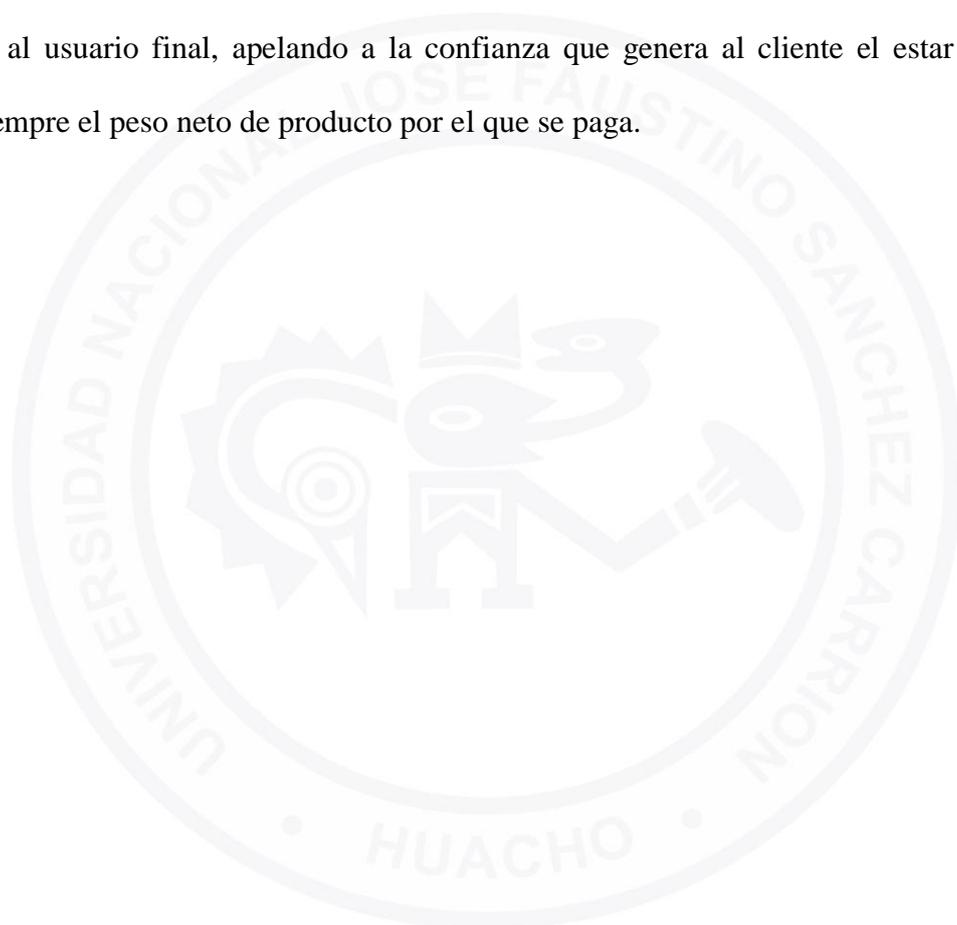


### RECOMENDACIONES:

Se recomienda que, con la finalidad de mantener los niveles de eficiencia y eficacia alcanzados se continúe con la aplicación del programa de control y mantenimiento estructurados.

También es recomendable la aplicación de un proceso de mejora continua considerando las oportunidades de mejora no priorizados ni aplicados en el presente estudio.

Se recomienda la utilización del nivel alcanzado de eficiencia y eficacia como herramienta de marketing al usuario final, apelando a la confianza que genera al cliente el estar seguros de obtener siempre el peso neto de producto por el que se paga.



## REFERENCIAS

- Ortega, R., & Vilchez, M. (2012). *Propuesta de mejora en la línea de envasado de balones de GLP para incrementar la productividad de la empresa envasadora Cajamarca Gas S. A - Cajamarca*. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte, Lima.
- Redendiz, A. (2013). *Reducción de costos por sobrellenado de producto terminado en la fabricación de papillas infantiles a través de la aplicación de la metodología DMAIC*. Universidad autónoma de Querétano, Querétano.
- Valencia, A. (2016). *Incremento de la eficiencia mediante la sincronización de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco con el método DMAIC – 2016*. Tesis para el grado de Ingeniera Industrial, Universidad Andina del Cusco, Cusco.