

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE ACUERDO A LA MEJORA
DEL PROCESO DE ENVASADO DE GLP EN CILINDROS EN LA
PLANTA PRONTO GAS - HUACHO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

RONALD FRANCISCO CORTEZ CHUMPE

Callao, 2022

PERÚ

A stylized signature in black ink, consisting of several sweeping lines.

Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
Asesor

A stylized signature in black ink, with the initials "RC" clearly visible.

Ronald Francisco Cortez Chumpe

DNI: 70466461

Document Information

Analyzed document	TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL RONALD CORTEZ CHUMPE imprimir.docx (D173203889)
Submitted	8/28/2023 9:56:00 PM
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	10%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Ricardo Ortega y Mylena Vilchez.pdf Document Ricardo Ortega y Mylena Vilchez.pdf (D139739242)	 26
SA	7677-Montoya Benites, Raúl Edgardo_.pdf Document 7677-Montoya Benites, Raúl Edgardo_.pdf (D34864939)	 3
SA	Tesis Ingenieria Quimica -Pablo Meza V2 (1).pdf Document Tesis Ingenieria Quimica -Pablo Meza V2 (1).pdf (D49298810)	 1
SA	Tesis Ingenieria Quimica [Final] revisado 5.5.2019.pdf Document Tesis Ingenieria Quimica [Final] revisado 5.5.2019.pdf (D51630819)	 4
SA	M3.570_20222_Hito 5 : Documento Final-memoria _20376093.txt Document M3.570_20222_Hito 5 : Documento Final-memoria _20376093.txt (D171597638)	 3
SA	TESIS - OPTIMIZACION DE LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP - docx - corregida.pdf Document TESIS - OPTIMIZACION DE LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN UNA PLANTA ENVASADORA DE GLP - docx - corregida.pdf (D50136683)	 1
SA	pardo_rj memoria_.pdf Document pardo_rj memoria_.pdf (D31048547)	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA PRODUCCIÓN CONTROL DE CALIDAD LOGÍSTICA VENTAS
MARKETING RRHH ADMINISTRACIÓN FINANCIERA MANTENIMIENTO MAQUINARIA Y EQUIPO COMPRAS
PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

**ACTA N° 114 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO O INGENIERO EN
ENERGÍA**

**LIBRO 001 FOLIO No. 162 ACTA N° 114 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

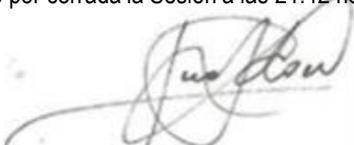
A los 26 días del mes noviembre, del año 2022, siendo las 21:10 horas, se reunieron, en la sala virtual de Google meet: <https://meet.google.com/yoo-uhwz-hwh>, el **JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de INGENIERO MECÁNICO de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Dr.	JUAN MANUEL PALOMINO CORREA	: Presidente
Dr.	NELSON ALBERTO DÍAZ LEIVA	: Secretario
Mg.	JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ	: Miembro
Mg.	ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY	: Asesor

Se dio inicio al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **CORTEZ CHUMPE, RONALD FRANCISCO**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, sustenta el informe titulado **"ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE ACUERDO A LA MEJORA DEL PROCESO DE ENVASADO DE GLP EN CILINDROS EN LA PLANTA PRONTO GAS - HUACHO"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por APROBADO con la escala de calificación cualitativa BUENO y calificación cuantitativa 15 (Quince), la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021- CU del 30 de junio del 2021.

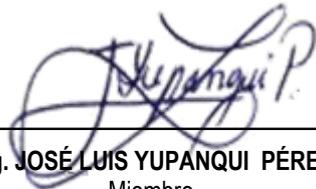
Se dio por cerrada la Sesión a las 21:42 horas del día 26 noviembre de 2022.



Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
Presidente



Dr. NELSON ALBERTO DIAZ LEIVA
Secretario



Mg. JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ
Miembro



Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
Asesor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres por brindarme algo tan valioso como los valores y la importancia del estudio, a mis hermanos quienes me apoyan e incentivan a seguir adelante, a mi esposa por su paciencia, confianza y dedicación, y a mi pequeño Edric, quien amo con todo mi ser.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios por guiar mis pasos y darme fuerzas todos los días y afrontar cada reto que se me presenta.

Agradezco a la Universidad Nacional del Callao, por haberse convertido en algún momento en mi segundo hogar, por todos los años de conocimiento, exigencia y experiencias inolvidables, y gracias a ello brindarme las herramientas para desempeñarme como un gran profesional.

A mi asesor por la entrega de valiosos consejos durante el proceso de investigación.

Al Econ. Julio Cotrina por abrirme las puertas y enseñarme de este rubro tan grande que es el mundo de hidrocarburos.

A los gerentes de VAL HIDROCARBUROS SAC por la oportunidad de permitirme desarrollar y crecer profesionalmente en el grupo el cual dirigen.

ÍNDICE

I. ASPECTOS GENERALES	10
Contexto de la realidad problemática.....	10
1.1 Objetivos	10
1.1.1. Objetivo General	10
1.1.2. Objetivos Específicos.....	11
1.2 Organización de la empresa.....	11
1.2.1 Presentación de la empresa	11
1.2.2 Principales productos y/o servicios.....	12
1.2.3 Plan estratégico	13
1.2.4 Organigrama de la empresa	14
1.2.5 Mapeo de procesos	15
1.2.6 Funciones y responsabilidades	26
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	27
2.1 Marco teórico	27
2.1.1 Antecedentes	27
2.1.2 Bases Teóricas	29
2.1.3 Normativas	39
2.2 Descripción de las actividades desarrolladas	40
2.2.1 Etapas de las actividades	40
III. APORTES REALIZADOS	42
3.1 Desarrollo de las actividades programadas	42
3.2 Análisis de resultados.....	77
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	78
4.1 Discusión	78
4.2 Conclusiones	79
V. RECOMENDACIONES.....	80
VI. BIBLIOGRAFÍAS	81
ANEXOS	84
Anexo 1. Diagrama de flujo del proceso de envasado	84
Anexo 2. Tabla de dimensiones de tubería de acero para gas.....	85
Anexo 3. Tabla de coeficientes de accesorios	85
Anexo 4. Programa de mantenimiento. Check list de planta.....	86

Anexo 5. Certificado de las balanzas Durulsan.....	87
Anexo 6. Equipo encargado de la instalación de las mejoras de planta...	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 2. 1. Valorización cuantitativa porcentual del OEE	34
Tabla N° 2. 2. Tabla de Composición y Propiedades del GLP.....	39
Tabla N° 3. 1. Identificación y Listado de Inconvenientes	43
Tabla N° 3. 2. Listado de Mejoras a Realizar	43
Tabla N° 3. 3. Datos de Reporte de Producción Semestre 2021.....	44
Tabla N° 3. 4. Costo Unitario de Mano de Obra.....	44
Tabla N° 3. 5. Costo Materia Prima.....	45
Tabla N° 3. 6. Costo de Materiales Indirectos.....	45
Tabla N° 3. 7. Precio de Venta de Cilindro de GLP Lleno Periodo 2021	46
Tabla N° 3. 8. Número Recomendado de Ciclos de Observación	47
Tabla N° 3. 9. Ciclos observados en el proceso de inspección y limpieza de cilindros	48
Tabla N° 3. 10. Ciclos Observados en el Proceso de Pintado, Logueado y Tarado de Cilindros	48
Tabla N° 3. 11. Ciclos Observados en el Proceso de Espera, Envasado y Comprobación de Cilindros.....	49
Tabla N° 3. 12. Ciclos Observados en el Proceso de Prueba de Fugas y Precintado de Cilindros Llenos	49
Tabla N° 3. 13. Resumen de Tiempos Promedios Totales Cronometrados	50
Tabla N° 3. 14. Resumen de Tiempos de las Actividades Productivas	50
Tabla N° 3. 15. Resumen de Coeficientes de Fricción de los Accesorios en la Línea donde se Transporta el GLP para el Envasado	52
Tabla N° 3. 16. Cronograma de Actividades Desmontaje.....	58
Tabla N° 3. 17. Cronograma de Actividades Instalación.....	59
Tabla N° 3. 18. Tiempo Promedio Actual Periodo 2022.....	65
Tabla N° 3. 19. Tiempo Promedio Estándar de Actividades Productivas dentro del Proceso de Envasado Periodo 2022	65
Tabla N° 3. 20. Costo Unitario de Producción - Periodo 2022.....	67
Tabla N° 3. 21. Precio de Venta de Cilindro de GLP Lleno Periodo 2022.....	68
Tabla N° 3. 22. IR en Base al Análisis Beneficio/Costo	71
Tabla N° 3. 23. Cuadro Resumen de Resultados	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. 1. Ubicación Geográfica de la empresa VAL HIDROCARBUROS S.A.C.....	12
Figura N° 1. 2. Productos y Servicios de la Empresa VAL HIDROCARBUROS SAC.....	12
Figura N° 1. 3. Estructura Organizacional de la Empresa VAL HIDROCARBUROS S.A.C.....	14
Figura N° 1. 4. Tractor - Camión y su Operador.....	16
Figura N° 1. 5. Selección y Limpieza de Cilindros.....	17
Figura N° 1. 6. Pintado de Cilindros	18
Figura N° 1. 7. Colocación de Tara de Cilindros	19
Figura N° 1. 8. Envasado Manual.....	20
Figura N° 1. 9. Envasado Automático.....	21
Figura N° 1. 10. Tolerancia del Peso Neto del GLP.....	21
Figura N° 1. 11. Prueba de Fugas de Cilindros Llenos	22
Figura N° 1. 12. Precintado de Cilindros Llenos.....	22
Figura N° 1. 13. Patio de Maniobras.....	24
Figura N° 1. 14. Falta de Espacio para Documentación Física.....	25
Figura N° 1. 15. Competencia con Otras Plantas Envasadoras. Tomado de ...	26
Figura N° 2. 1. Productividad y sus componentes.....	29
Figura N° 2. 2. Pilares del Mantenimiento Productivo Total.	33
Figura N° 2. 3. Partes de la Válvula del Cilindro..	35
Figura N° 2. 4. Esquema Simplificado de Obtención de Glp a partir del Petróleo. . .	37
Figura N° 2. 5. Esquema Simplificado de Obtención de Glp a partir del gas Natural.....	37
Figura N° 2. 6. Rombo NFPA del GLP. Tomada de Petroperú, 2019.....	38
Figura N° 2. 7. Etapas del Proyecto.	41
Figura N° 3. 1. Línea de Producción con Tiempos Estándar Propuestos.....	50
Figura N° 3. 2. Dimensión Estándar de Tubería de Acero Cédula 80..	53
Figura N° 3. 3. Valores de Diseño de la Rugosidad de Tubos.	54

Figura N° 3. 4. Vista General de las Líneas de GLP entre los Tanques Estacionarios y Bomba de GLP - Periodo 2021.....	60
Figura N° 3. 5. Vista de las Líneas de GLP desde el Ingreso y Salida de la Bomba de GLP - Periodo 2021	60
Figura N° 3. 6. Desmontaje de las Líneas de GLP - Periodo 2021.....	61
Figura N° 3. 7. Desmontaje de las Tuberías y Accesorios de la Bomba de GLP - Periodo 2021	61
Figura N° 3. 8. Montaje del Compresor de GLP - Periodo 2022.....	62
Figura N° 3. 9. Instalación de Nueva Tubería de GLP - Periodo 2022.	62
Figura N° 3. 10. Armado, Prueba de Fugas y Pintado de Nueva Tubería de GLP - Periodo 2022.....	63
Figura N° 3. 11. Presentación de Balanzas Mecánicas - Periodo 2021.	63
Figura N° 3. 12. Presentación de Balanzas Electro Neumáticas Durulsan - Periodo 2022.....	64
Figura N° 3. 13. Puesta en Marcha de Balanzas Electro Neumáticas Durulsan - Periodo 2022.....	64
Figura N° 3. 14. Línea de Producción con Tiempos Estándar Propuestos Periodo 2022	66
Figura N° 3. 15. Capacitación de Mantenimiento Preventivo de Balanzas Durulsan.....	73
Figura N° 3. 16. Capacitación de Mantenimiento Correctivo de Balanzas Durulsan.....	73
Figura N° 3. 17. Capacitación de propiedades del GLP y uso de extintores – zona de medio mundo Huaura.	74
Figura N° 3. 18. Simulacro Nivel III de GLP en Planta Envasadora pronto Gas Huaura.	75
Figura N° 3. 19. Entrevista a Representante de la Planta Envasadora por Emisora radial Maxima Fm de Huacho.	75
Figura N° 3. 20. Entrenamiento de la Brigada Contra Incendio Junto a Los Bomberos de la Estación N°20 Huacho	76
Figura N° 3. 21. Práctica de las Brigadas Contra Incendio con los Gabinetes de Manguera Clase II.....	76

INTRODUCCIÓN

El GLP es un combustible de fácil manipulación, limpio, cuya combustión es completa y no contamina el medio ambiente, lo cual lo hace un combustible muy amigable. Posee varios destinos de uso tanto en cocinas, hornos, termas, también sirve como fuente de energía, en vehículos motorizados, etc, sin embargo, su principal mercado es el uso doméstico donde se adquiere envasado en balones de 10 Kg. En 2009 el Gobierno Peruano suspendió la venta de kerosene en su lucha con el narcotráfico, siendo el GLP el principal sustituto, insertándolo ampliamente en los hogares peruanos. Y estos años de pandemia el abastecimiento de GLP envasado se volvió producto de primera necesidad y prioridad.

El Ministerio de Energía y Minas hizo entrega de un elevado número de cocinas y cilindros de gas en el año 2014, dentro del Programa Nacional Cocinas Familiares (Cocina Perú). Este programa formó parte de una estrategia integral, a cargo del Estado, con el objetivo de favorecer el acceso a un combustible menos perjudicial para la salud por su combustión más limpia dentro del Plan de Acceso Universal de Energía. Dentro de este contexto, se aprobó el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) con la Ley N° 29852 en abril del año 2012, con el propósito de llevar energía menos contaminante a las poblaciones más vulnerables, en los sectores rural o rural-urbano, en todo el territorio nacional. Actualmente, el FISE está orientado al uso intensivo del gas natural domiciliario y vehicular; al cambio de la matriz energética hacia las fuentes de energías renovables; a ejercer un rol promotor del uso de cilindros de GLP doméstico en sectores de bajos recursos, tanto urbanos como rurales, e implementar el mecanismo para compensar la tarifa eléctrica domiciliaria.

Es por ello que, analizando los distintos panoramas, VAL HIDROCARBUROS SAC busca garantizar que este producto llegue al ama de casa sin contratiempos y sea completamente seguro. Apostando en la inversión para el mejoramiento del proceso de envasado, se rediseño las tuberías que transportan de GLP, se instalaron balanzas automatizadas, y fomentó las charlas de capacitación para la manipulación correcta tanto de los equipos como el mismo de GLP.

El presente trabajo busca disminuir la diferencia entre las horas totales y las horas efectivas de trabajo maximizando la labor que desempeñan los colaboradores así también maximizar los equipos mecánicos y analizar cómo estas influyen sobre la productividad y costo de producción enmarcados en trabajos de producción de cilindros con GLP de diferentes capacidades (5 kg, 10 kg, 15 kg y 45 kg), para este trabajo se utilizó la teoría del pensamiento lean con una de sus herramienta el TPM con su indicador la eficiencia General de Equipos que mide tres indicadores como son el disponibilidad, rendimiento y calidad para poder identificar el causal de estas pérdidas y buscar de esta forma mejorar la productividad y reducir el costo de oportunidad de los equipos y personal.

En la parte I, se plantea la realidad de la empresa, los problemas a mejorar y los objetivos.

En la parte II, se delimita el marco conceptual y teórico para obtener las herramientas que nos permita trabajar el problema.

En la parte III, se hace referencia a los aportes realizados dentro de la organización.

En el parte IV y V, se hace un análisis técnico y económico de los resultados para luego formular las conclusiones y recomendaciones del estudio

Además, el presente trabajo permitirá conocer los procedimientos del proceso de envasado de balones de GLP se cuenta con material fotográfico para un mejor entendimiento de las actividades que se realizaron.

El GLP es un combustible de fácil manipulación, limpio, cuya combustión es completa y no contamina el medio ambiente, lo cual lo hace un combustible muy amigable. Posee varios destinos de uso tanto en cocinas, hornos, termas, también sirve como fuente de energía, en vehículos motorizados, etc, sin embargo, su principal mercado es el uso doméstico donde se adquiere envasado en balones de 10 Kg. En 2009 el Gobierno Peruano suspendió la venta de kerosene en su lucha con el narcotráfico, siendo el GLP el principal sustituto, insertándolo ampliamente en los hogares peruanos. Y estos años de pandemia

el abastecimiento de GLP envasado se volvió producto de primera necesidad y prioridad.

El Ministerio de Energía y Minas hizo entrega de un elevado número de cocinas y cilindros de gas en el año 2014, dentro del Programa Nacional Cocinas Familiares (Cocina Perú). Este programa formó parte de una estrategia integral, a cargo del Estado, con el objetivo de favorecer el acceso a un combustible menos perjudicial para la salud por su combustión más limpia dentro del Plan de Acceso Universal de Energía. Dentro de este contexto, se aprobó el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE) con la Ley N° 29852 en abril del año 2012, con el propósito de llevar energía menos contaminante a las poblaciones más vulnerables, en los sectores rural o rural-urbano, en todo el territorio nacional. Actualmente, el FISE está orientado al uso intensivo del gas natural domiciliario y vehicular; al cambio de la matriz energética hacia las fuentes de energías renovables; a ejercer un rol promotor del uso de cilindros de GLP doméstico en sectores de bajos recursos, tanto urbanos como rurales, e implementar el mecanismo para compensar la tarifa eléctrica domiciliaria.

Es por ello que, analizando los distintos panoramas, VAL HIDROCARBUROS SAC busca garantizar que este producto llegue al ama de casa sin contratiempos y sea completamente seguro. Apostando en la inversión para el mejoramiento del proceso de envasado, se rediseño las tuberías que transportan de GLP, se instalaron balanzas automatizadas, y fomentó las charlas de capacitación para la manipulación correcta tanto de los equipos como el mismo de GLP.

El presente trabajo busca disminuir la diferencia entre las horas totales y las horas efectivas de trabajo maximizando la labor que desempeñan los colaboradores así también maximizar los equipos mecánicos y analizar cómo estas influyen sobre la productividad y costo de producción enmarcados en trabajos de producción de cilindros con GLP de diferentes capacidades (5 kg, 10 kg, 15 kg y 45 kg), para este trabajo se utilizó la teoría del pensamiento lean con una de sus herramienta el TPM con su indicador la eficiencia General de Equipos que mide tres indicadores como son el disponibilidad, rendimiento y calidad para

poder identificar el causal de estas pérdidas y buscar de esta forma mejorar la productividad y reducir el costo de oportunidad de los equipos y personal.

En la parte I, se plantea la realidad de la empresa, los problemas a mejorar y los objetivos.

En la parte II, se delimita el marco conceptual y teórico para obtener las herramientas que nos permita trabajar el problema.

En la parte III, se hace referencia a los aportes realizados dentro de la organización.

En el parte IV y V, se hace un análisis técnico y económico de los resultados para luego formular las conclusiones y recomendaciones del estudio

Además, el presente trabajo permitirá conocer los procedimientos del proceso de envasado de balones de GLP se cuenta con material fotográfico para un mejor entendimiento de las actividades que se realizaron.

I. ASPECTOS GENERALES

Contexto de la realidad problemática

El gas licuado de petróleo (GLP) es un derivado del petróleo que en sus inicios se utilizaba en las cocinas domésticas, la población estaba acostumbrada al uso del Kerosene, con el tiempo poco a poco fueron perdiendo el temor al manipuleo del gas y de manera progresiva han ido reemplazando las cocinas de Kerosene por este nuevo producto. En la actualidad todas las cocinas son a gas y/o eléctricas.

La Empresa VAL HIDROCARBUROS S.A.C., en la que se realiza este trabajo de investigación se dedica al envasado y comercialización de GLP. La actual crisis económica y financiera que se vive en el país y en mundo, más los pocos años que tiene el mercado frena un poco su proceso de crecimiento, su lucha constantemente para lograr que la empresa se mantenga en el mercado ofreciendo su producto de la calidad del mercado muy exigente. En la actualidad, la Empresa pasó del año 2021 registrándose datos de producción con balanzas mecánicas, 7 personas involucradas en el proceso de envasado, líneas de acero donde circulaba el GLP sin un registro de mantenimiento; a generar cambios desde Enero 2022 haciendo un rediseño de las tuberías donde circula el GLP desde los tanques estacionarios hasta el manifold de envasado, instalación de balanzas automatizadas, y disminuyendo el número de personal dentro del proceso y redirigiéndoles en nuevos puestos, con la finalidad de usar eficazmente los recursos de la empresa y así tener un plan de producción acorde al mercado demandante enfocado en la inversión de seguridad que es por ello se realiza esta mejora.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Analizar la productividad de acuerdo a la mejora del proceso de envasado de GLP en cilindros en la planta Pronto Gas.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar la mejora de tiempos de las actividades que involucran el proceso de envasado de GLP.
- Detallar los indicadores de productividad obtenidos de acuerdo a la mejora del proceso de envasado de GLP.
- Evaluar el rendimiento de operación del conjunto motor – bomba de GLP.
- Desarrollar un programa de mantenimiento para las tuberías y equipos instalados en el proceso de envasado de GLP.
- Estimar el costo beneficio por la mejora del proceso de envasado de GLP.

1.2 Organización de la empresa

1.2.1 Presentación de la empresa

RAZÓN SOCIAL: VAL HIDROCARBUROS S.A.C.

RUC: 20600991770

UBICACIÓN: Av. Panamericana Norte Km. 160.5

PROVINCIA: Huaura

DISTRITO: Végueta

DEPARTAMENTO: Lima

VAL HIDROCARBUROS S.A.C. es una empresa peruana que inició las operaciones de envasado el 01 de mayo del 2019, y gracias a un alto espíritu de servicio, ha sabido ganarse la confianza de sus clientes y posicionarse como uno de las principales plantas envasadoras del norte chico, con el lema de la empresa “huachanos trabajando para huachanos”.



Figura N° 1. 1. Ubicación Geográfica de la empresa VAL HIDROCARBUROS S.A.C. Tomada de Google Earth con coordenadas (214270.20 mE, 8782191.75 mS) zona 18L Datum WGS 84 en el Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator - UTM

1.2.2 Principales productos y/o servicios

La empresa VAL HIDROCARBUROS S.A.C. se dedica al rubro de Combustibles, venta y distribución de combustibles líquidos y GLP en estaciones de servicio (GRIFOS); y posee una planta dedicada al envasado y comercialización de cilindros con GLP en la zona del Norte Chico.

Siendo el producto principal el cilindro envasado con 10 kg de GLP, con la marca PRONTO GAS. A continuación, se presenta los productos y servicios realizados por VAL HIDROCARBUROS S.A.C.

Cilindro con 10 kilos de GLP	Distribución de GLP	ESTACIONES DE SERVICIO
		

Figura N° 1. 2. Productos y Servicios de la Empresa VAL HIDROCARBUROS SAC.

1.2.3 Plan estratégico

MISIÓN: Garantizar a nuestros clientes un servicio eficiente y seguro, a través de un producto de calidad, envasado por medio de máquinas modernas.

VISIÓN: Ser reconocido como una empresa líder del mercado basado en altos estándares de seguridad y responsabilidad social y ambiental.

VALORES: La empresa VAL HIDROCARBUROS SAC hace cumplir los siguientes valores:

Honestidad: es la base de la confianza y la clave de las relaciones entre colaboradores y clientes.

Transparencia: la empresa informa sobre su situación actual, de qué decisiones se toman y por quiénes son tomadas.

Puntualidad: Disciplina que manejamos acorde al tiempo para cumplir con las obligaciones previstas.

Competencia justa: Haciendo un buen estudio del mercado mantenemos un precio justo y competitivo para el consumidor final.

Trabajo en equipo: Base para lograr los objetivos de cada área combinamos talento, experiencias, conocimientos y esfuerzos.

Seguridad: Fomentamos el trabajo con acciones y condiciones seguras aplicando innovación y capacitación.

Responsabilidad social. Servimos a la sociedad respetando y cuidando el medio ambiente.

1.2.4 Organigrama de la empresa

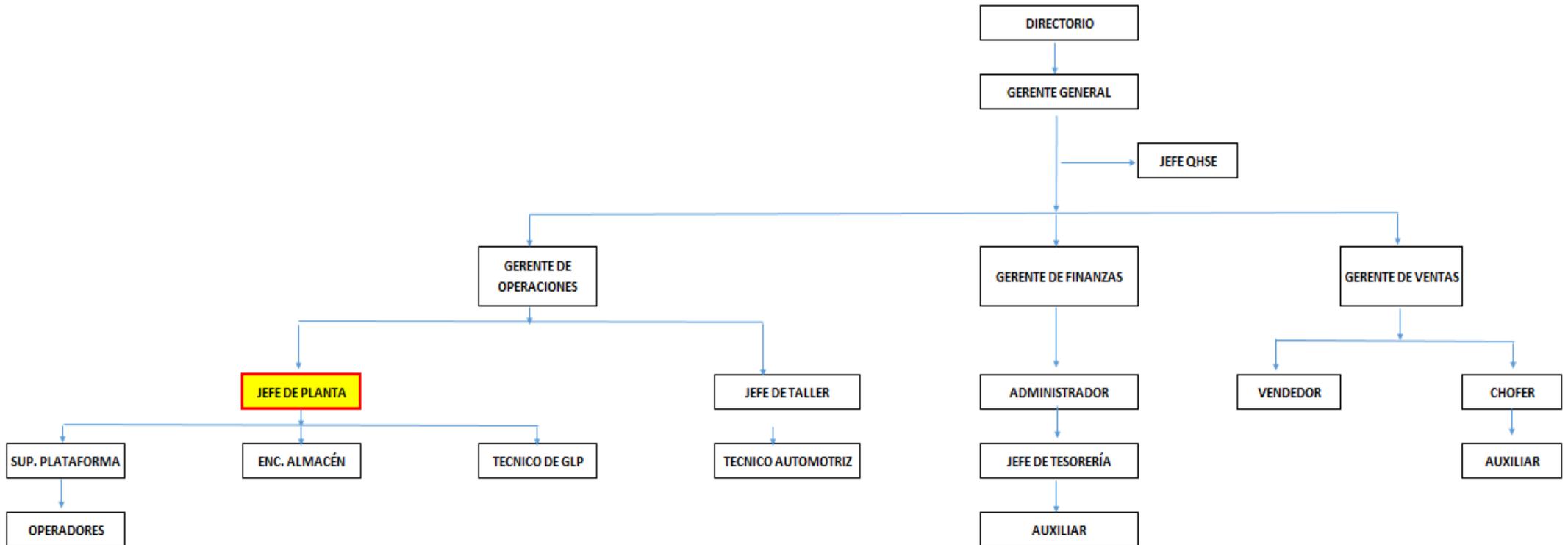


Figura N° 1. 3. Estructura Organizacional de la Empresa VAL HIDROCARBUROS S.A.C. Actualmente la empresa no posee un organigrama aprobado; la estructura antes descrita se ha generado considerando las jerarquías y cargos observados en campo.

1.2.5 Mapeo de procesos



Figura N° 1. 4. Mapeo de Procesos de la Empresa VAL HIDROCARBUROS S.A.C.

PROCESO DE DIRECCIÓN

Planeación Estratégica

La Gerencia General tiene objetivo satisfacer la necesidad del cliente con un producto con cero riesgos, abarcando toda la zona del norte Chico, haciéndose conocer por sus políticas y estándares de calidad y seguridad, por ello busca personal profesional y comprometido con la seguridad para los puestos claves dentro de la organización y para ello a mediano plazo la empresa busca automatizar los procesos que participan en el envasado, a través de cadenas transportadoras, cabinas de pintado, equipos de auto sellado.

PROCESO DE OPERACIÓN

Obtención de Materia Prima GLP

El GLP utilizado para el envasado de cilindros se transporta por medio de tracto cisterna de capacidad de 14000 galones provenientes de las plantas de

abastecimiento Pluspetrol – Pisco y Zeta Gas Andino S.A. – Lima, con viajes de aprovisionamiento de 80% y 20 % respectivamente. El conductor debidamente capacitado llega a la planta envasadora VAL HIDROCARBUROS SAC, y procede a colocar sus elementos de seguridad (conos, tacos, extintores), dado ello, un operador de la planta envasadora procede a colocar las mangueras de trasiego de líquido y vapor, para dar inicio a la descarga a través de un compresor de GLP, cuya función de la máquina es variar las presiones de los tanques para que el trasvase de GLP sea dado del tanque de mayor presión (tracto cisterna) al de menor presión (tanques estacionarios de la planta envasadora). De esta manera el camión cisterna queda sin materia prima y vuelve a las plantas de abastecimiento según indicaciones.



Figura N° 1. 5. Tractor - Camión y su Operador

Producción

El GLP almacenado en los tanques estacionarios de la planta VAL HIDROCARBUROS, procede a ser envasado en cilindros de capacidades de 5, 10, 15 y 45 kilos. Para ello cumple el siguiente proceso.

Selección de cilindros

Un operador se encarga de inspeccionar los cilindros vacíos, separando los que presenten alguna abolladura o rotura en los puntos de soldadura del cuerpo de cilindro de los aptos para el envasado.

Limpeza de cilindros

Un operador de limpieza haciendo uso de escobillas y espátulas, limpia la superficie los cilindros óptimos seleccionados para retirar restos de grasa y polvo.



Figura N° 1. 6. Selección y Limpieza de Cilindros

Pintado de Cilindros

El Operador de Pintado prepara la pintura color celeste (pintura de secado rápido). Activa el compresor de aire y abre las llaves de paso y empieza a pintar poniendo los cilindros vacíos en la silla giratoria de acuerdo al tamaño; y, para terminar, coloca el logotipo de la empresa “Pronto Gas” con color blanco.



Figura N° 1. 7. Pintado de Cilindros

Tarado de cilindros

Un operador traslada los cilindros de la zona de pintado, procede a colocarlos en una balanza y registra el peso observado (tara) en el lomo del cilindro vacío. De poseer restos de GLP se trasiegan en un recipiente vacío ya previamente determinado su capacidad.



Figura N° 1. 8. Colocación de Tara de Cilindros

Envasado

Manual

Un operador traslada los balones de la zona de tara y ubica los cilindros en las respectivas balanzas manuales de precisión de acuerdo a los kilos del envase, se calibra, se coloca el llenador, abren la llave de paso y se empieza el envasado, hasta que el extremo de la balanza (pesa con plomo) sube a tope, el operador observa ello, cierra la llave, desconecta el llenador, retira el cilindro lleno. El encargado del llenado posee un tiempo improductivo mientras se llenan los balones en simultáneo lo cual podría ser aprovechable.



Figura N° 1. 9. Envasado Manual

Automático

El operador traslada los balones de la zona de tara y ubica los cilindros en las respectivas balanzas electro neumáticas antiexplosivas, las cuales al detectar el cilindro reconocen el peso, sujetan el cilindro y un cabezal llenador desciende ejerciendo presión sobre la válvula, completa la acción de llenado y vuelve a ascender, libera al cilindro y el operador procede a retirar el cilindro lleno. El encargado del llenado posee un tiempo improductivo mientras se llenan los balones en simultáneo lo cual podría ser aprovechable.



Figura N° 1. 10. Envasado Automático

Control de Calidad

Verificación de peso.

El operador verifica el peso de los cilindros envasados teniendo en cuenta el rango normado de llenado de +/- 250 g de la capacidad del cilindro. Si falta peso regresa a la balanza de envasado; y si se sobrelleno pasa al área de trasiego.

Peso neto nominal del GLP	Tolerancia del peso neto (porcentaje)	Rangos de tolerancia de peso	
		Mínimo	Máximo
5 kg	±2.5%	4.875 kg	5.125 kg
10 kg	±2.5%	9.750 kg	10.250 kg
15 kg	±2.5%	14.625 kg	15.375 kg
45 kg	+1.0 %	44.550 kg	45.450 kg

Figura N° 1. 11. Tolerancia del Peso Neto del GLP. Tomada de OSINERGMIN, 2016.

Probado y precintado de cilindros llenos.

Un operador prueba los cilindros utilizando una TE de acero y agua jabonosa colocándolo en la boca de la válvula para verificar si hay fuga por desperfecto de o'ring, en caso de haberla se cambia el o'ring utilizando una aguja de acero en punta; finalmente procede a colocar un sello termo encogible, el cual en contacto con agua caliente se contrae sellando la válvula del cilindro lleno.



Figura N° 1. 12. Prueba de Fugas de Cilindros Llenos



Figura N° 1. 13. Precintado de Cilindros Llenos

Logística

Los cilindros llenos son apilados en la zona de despacho, para luego ser estibados por dos operadores asignados a las distintas rutas de transporte a través de camiones de reparto. Estos camiones cuentan con su respectiva documentación (Soat, Revisión Técnica, SCTR, Póliza de Seguros) y permiso otorgado por la entidad reguladora OSINERGMIN (DGH).

Ventas

El producto terminado, en este caso el cilindro lleno, es asignado a distintos canales de ventas, siendo el foco los puntos mayoristas (locales autorizados) y los consumidores directos (industrias, amas de casa).

PROCESO DE APOYO

Markentig

El punto fuerte dentro de esta área de apoyo es la difusión del producto terminado por medio de anuncios por la radio y tv dando a conocer la marca PRONTO GAS en toda la zona del norte chico, de igual manera se enfoca en la seguridad difundiendo a través de redes sociales los diversos simulacros y capacitaciones brindados por parte de nuestro equipo capacitado.

RRHH

El área mencionada brinda el apoyo en conseguir oportunamente personal apto para los puestos de mayor rotación, ya que a nuestro alrededor al ser una zona agrícola demandan al personal ofreciéndoles mayor beneficio.

Administración

Una de las principales áreas de apoyo es el área de administración que supervisa los movimientos económicos generados cada mes para así poder invertir oportunamente en equipos, materiales, etc mejorando el control y seguridad.

Mantenimiento

El área de mantenimiento va de la mano con la producción, con el cuidado de los equipos por medio de programas y capacitaciones para minimizar las paradas de planta, generando un ahorro de tiempo y dinero dentro de la empresa.

Compras

Esta área está al tanto de la generación de las órdenes de pedido, las cuales agilizan la obtención de la materia prima utilizada para el envasado, así como también de los materiales a usar dentro de la operación.

Análisis FODA

Mediante la observación en los procesos y actividades dentro de la planta envasadora se obtuvo lo siguiente:

Fortalezas

- Personal con una formación en proceso de envasado y concientizado en exigir seguridad.
- Planta ubicada estratégicamente en carretera.
- Amplio espacio para maniobras
- Competencia sana para llegar a las metas propuestas dentro de cada área.



Figura N° 1. 14. Patio de Maniobras

Debilidades

- Digitación manual de documentos de entrada y salida de producto.
- Falta de espacio para almacenamiento de documentación física.
- Falta de automatización de procedimientos.
- Ligereza de dudas al invertir en seguridad por parte de la gerencia.



Figura N° 1. 15. Falta de Espacio para Documentación Física

Oportunidades

- En el norte chico el Comercio de GLP en el sector doméstico e industrial es amplio.
- El GLP es un producto amigable, de fácil manipulación, transporte y almacenamiento.
- El avance tecnológico permite un mejor control de producción y mayor seguridad en la manipulación del GLP.

Amenazas

- Competencia con otros productos de otras plantas envasadoras.
- Falla en la atención de clientes por problemas mecánicos de las unidades o equipos de envasado.
- Presupuesto para mejoras y equipos es limitado.

- Restricciones de atención en las refinerías.

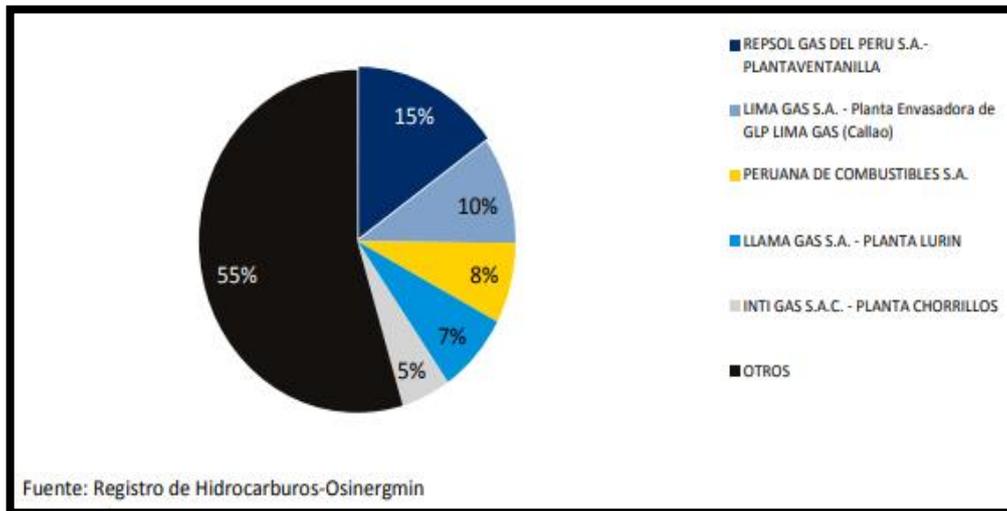


Figura N° 1. 16. Competencia con Otras Plantas Envasadoras. Tomada de Vásquez Cordano et al., 2017.

1.2.6 Funciones y responsabilidades

El cargo que cumpla dentro de la organización es de jefe de planta desempeñando las funciones de:

Organizar, coordinar, dirigir y controlar las actividades relacionadas a la recepción del GLP, almacenamiento, operación de producción y despacho del GLP envasado, despacho de GLP Granel y de la seguridad inherente al manejo de equipos y activos en plantas y en clientes. Así mismo es responsabilidad llevar el control y registros de la documentación sobre el movimiento de balones, el canje de cilindros, registro de las guías de consignación y/o retiro, control y reporte de inventario de gas, reporte del control de asistencia y disciplina del personal a cargo, atender las exigencias de seguridad y mantenimientos de equipos, implementando medidas preventivas y correctivas oportunamente. Como jefe de planta represento a la empresa en temas operativos y elaboro informes técnicos en caso de accidentes y siniestros.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 Marco teórico

2.1.1 Antecedentes

Según Victor Rioja (2020) en su tesis REDISEÑO DEL PROCESO DE ENVASADO DE GLP PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA SIPÁN GAS E. I. R. L. tuvo como objetivo general el proponer el rediseño del proceso de envasado de GLP en balones para incrementar la productividad en la empresa Sipán Gas E. I. R. L. Asimismo, los objetivos específicos son el diagnosticar el proceso de envasado de GLP en balones, diseñar el sistema automatizado de la operación de envasado de GLP en balones, rediseñar las estaciones de trabajo y edificaciones que interactúan en el proceso de envasado de GLP en balones, determinar los nuevos indicadores de productividad y desarrollar el análisis costo-beneficios de las propuestas. Concluyendo que el rediseño de las estaciones de trabajo y edificaciones que interactúan en el proceso de envasado de GLP en balones incrementa el flujo producción de 1 a 4 unidades, reduce el tiempo de envasado de cuatro balones con GLP de 56 a 50 segundos y elimina el tiempo ocioso de la línea de producción y la operación de envasado u operación cuello de botella.

Según Mabel Trigos (2019) en su tesis PLAN DE MEJORA CONTINUA EN LA LÍNEA DE ENVASADO DE GLP DE LA EMPRESA LLAMA GAS PUCALLPA S.A., PARA INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD - RIOJA 2017, La investigación se centró en la elaborar de un plan de mejora en la línea de envasado de GLP de la Empresa Llamagas Pucallpa S.A., para incrementar su productividad. Para lograr este objetivo, se recopiló información que permitió comprender los procesos de envasado de GLP, además de determinar que la empresa no contaba con información básica de los procesos y de los recursos necesarios, con lo que planificación de esta era nula. Con los problemas identificados y priorizados con el diagrama de Ishikawa y Pareto,

respectivamente, se elaboró un plan de mejora, que se buscó cumplir, para mejorar el uso de los recursos que impactan directamente en la productividad. Se aplicaron las diferentes herramientas y técnicas descritas en el plan de mejoras, logrando un incremento de la productividad de 22,65%, un incremento de eficiencia de la línea de producción de 15,45%, un incremento de la producción del 15,84%. Los resultados impactaron en reducir los recursos planteando un ahorro que impacta en los beneficios de la empresa. La propuesta genera un beneficio/costo de 2.18, lo cual indica que la propuesta es muy beneficiosa para la empresa y que se debería implementar lo más pronto posible.

Según Jimmy Gómez (2019) en su proyecto Técnico Propuesta para mejorar la productividad de una empresa envasadora de gas licuado de petróleo de la ciudad de Guayaquil el problema interno que presenta es la caída de presión de GLP desde las esferas y tanques hacia los diferentes puntos de envasado y llenado del GLP; esto se debe a la mezcla que llega en diferentes proporciones ocasionando que se gasifique el producto creando bolsas de vapor, causando vibraciones y cavitación en la succión de las bombas. Lo que ocasiona la variación de presión y esta provoca que el llenado de un auto tanque se extienda hasta una hora; teniendo una pérdida de veinticinco minutos cuando el tiempo estimado para el llenado es de treinta y cinco minutos por auto tanque. El mismo inconveniente ocurre en los carruseles de envasado de cilindros el tiempo estimado de llenado es de un minuto y al caer la presión los cilindros dan dos vueltas al carrusel perdiendo un minuto adicional por cada cilindro de llenado. Se concluye una vez realizadas las mejoras de implantación se podrá obtener el índice de productividad ideal para la ejecución de actividades, y a su vez generará la reducción de tiempos muertos, mejorará la planificación de las actividades, repotenciará los equipos existentes, tecnificará la mano de obra, e incrementará el stock de repuestos de rotación de cilindros.

2.1.2 Bases Teóricas

Productividad

La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados. (Humberto Gutiérrez, 2010)

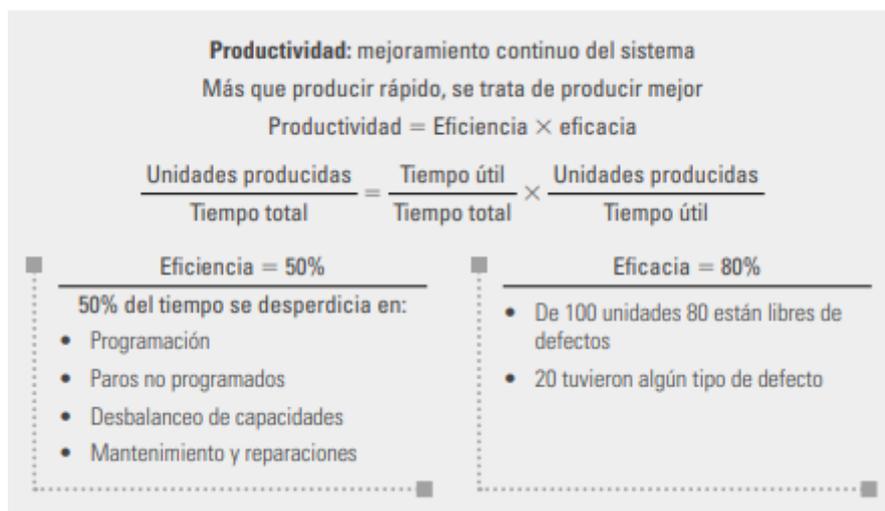


Figura N° 2. 1. Productividad y sus componentes. Tomado de «Productividad», 2014.

Eficiencia

Es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente. El índice de eficiencia, expresa el buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido. *Eficiencia es hacer bien las cosas.*

Eficacia

Es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas. El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido.

Mejora de proceso

Rediseño de procesos es sinónimo a la mejora de procesos para la reducción de costos y tiempo de ciclos, y al incremento de la productividad y eficiencia de los procesos. El rediseño de los procesos se fundamenta en la reingeniería de los procesos o re jerarquización de los cargos de una organización y en la redistribución en planta, la cual permite alcanzar cambios, estrechamente relacionados, de métodos y mejoras en el proceso, maquinaria o equipo de la empresa. (Bonilla E., 2010)

Mejora de tiempos en puestos de trabajo

Consiste en determinar el tiempo que demora un empleado en realizar una actividad, operación o un trabajo, bajo unas condiciones de trabajo y unas normas de trabajo previamente definidas en el estudio de métodos. Para realizar un estudio de tiempos se realiza el siguiente procedimiento:

1. Seleccionar el trabajo a medir.
2. Verificar que el método de trabajo esté estandarizado. En caso contrario se debe estandarizar antes de medirlo.
3. Seleccionar un empleado calificado.
4. Dividir el trabajo en elementos de trabajo.
5. Determinar el número de ciclos a cronometrar (para determinar el tamaño de muestra se utiliza una formula estadística).
6. Determinar la forma de cronometraje (con vuelta a cero o acumulativo).
7. Cronometrar los ciclos de trabajo requeridos.
8. Simultáneamente con el paso anterior calificar la velocidad del operario para ejecutar cada elemento de trabajo.
9. Determinar los suplementos de trabajo de acuerdo a las condiciones de trabajo y políticas de la empresa.

10. Calcular los tiempos medios, tiempos normales o básicos y el tiempo estándar.

El procedimiento anterior se aplica cuando se utiliza la técnica de estudio de tiempos con cronometro. Existen otros métodos para determinar el tiempo de un trabajo como el muestreo del trabajo, datos históricos y sistemas de tiempos predeterminados. También existen maquinas que tienen acoplados dispositivos automáticos, los cuales se programan para que contabilicen el tiempo y la cantidad de unidades fabricadas en cada lote fabricado. (Freivalds, 2009)

Mantenimiento productivo total (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total es una herramienta Lean que tiene como objetivo mejorar la eficiencia de las operaciones, asegurando la reducción de falla de los equipos, tiempos por paradas para mantenimiento correctivo, no conformidades de calidad, tiempos de cambio de productos. Para ello es importante que el área de producción y el área de mantenimiento trabajen de manera sincronizada y coordinada en las operaciones, así como las responsabilidades de los operarios en el mantenimiento rutinario que les dan a sus equipos.

Según Jonathan Calle, Los 8 pilares de TPM son la base fundamental de esta metodología, cada uno de ellos nos dice una ruta a seguir para lograr los objetivos de eliminar o reducir las pérdidas: como son Paradas programadas, Ajustes de la producción, Fallos de los equipos, Fallos de los procesos, Pérdidas de producción normales, Pérdidas de producción anormales, Defectos de calidad y Reprocesamiento

Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)

Es encontrar una oportunidad de mejora dentro de la planta.

Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)

El operador está listo para hacer cambios de formato o algunos mantenimientos básicos, pero básicamente es el que reporta las fallas adecuadamente, junto a realizar ajustes, lubricación y mantenimientos básicos.

Mantenimiento planificado

Es tener un buen mantenimiento preventivo, esto quiere decir que se tenga una buena recolección de datos y excelente análisis

Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)

Este pilar hacer referencia, que la cantidad no es únicamente lo que importa sino también brindar productos de calidad cero defectos. Si queremos producir más cantidad con una calidad importante para nuestros consumidores, nuestras maquinas deben estar correctamente calibradas.

Prevención del mantenimiento

Es planificar e investigar sobre las nuevas máquinas que pueden ser utilizadas en nuestra organización, para ello debemos diseñar o rediseñar procesos, verificar los nuevos proyectos, realizar y evaluar los test de operaciones y finalmente ver la instalación y el arranque.

Actividades de departamentos administrativos y de apoyo

Existen áreas de apoyo que no están involucradas directamente con la producción, sin embargo, nos brindan herramientas y soporte que apoyan en generar eficiencia en la producción, así como ahorros de costos de producción, calidad en nuestros productos y altos estándares de seguridad.

Formación y Adiestramiento

La formación debe ser polivalente, de acuerdo a lo que necesita la planta y la organización, muchos de los desperdicios se deben a que las personas no están bien adiestradas, por ello la planificación de la formación de las personas deben salir de las oportunidades encontradas en el desempeño de los empleados y operarios.

Gestión de Seguridad y Entorno

El principal recurso dentro de una compañía es su gente por lo cual en todo momento se debe asegurar condiciones de trabajo adecuadas que brinden entornos saludables de trabajo y ambientes seguros. Para ello se debe brindar toda la capacitación, herramientas y EPP's que los colaboradores puedan

necesitar de manera oportuna para que éste no sea un irritante de clima en la planta. Otro irritante importante podría deberse a la falta de atención por parte del área de mantenimiento lo que podría llevar a los operadores a realizar actividades para lo cual no están capacitados. El liderazgo en planta debe estar siempre enfocado en que antes que la producción, calidad, clientes está el cuidado de su gente. Si su gente está bien cuidada su producción lo estará y por ende tendrá más clientes satisfechos con productos de alta calidad y cero defectos.

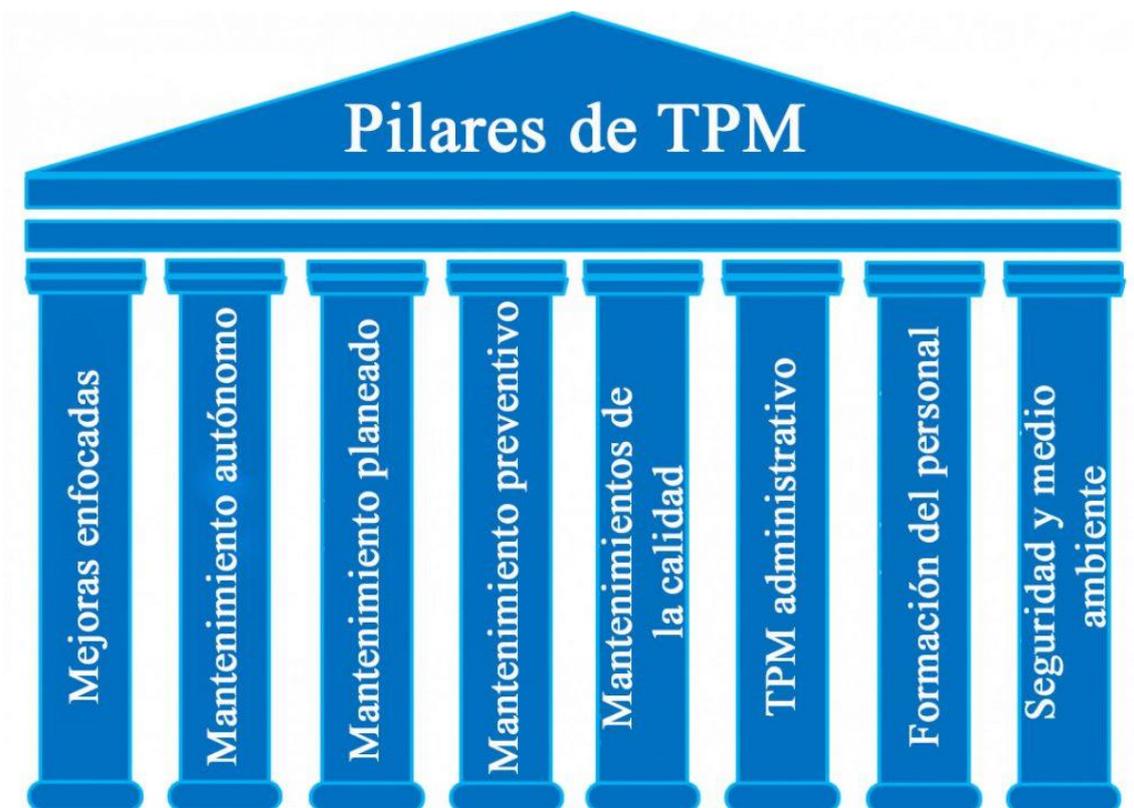


Figura N° 2. 2. Pilares del Mantenimiento Productivo Total. Tomada de «TPM – Mantenimiento productivo total», 2022.

Efectividad global de equipos (OEE)

El concepto de OEE nace como un KPI (indicador clave de desempeño) asociado al programa estándar de mejora de la producción TPM, mide la efectividad de las máquinas y líneas a través de un porcentaje, que es calculado combinando tres elementos asociados a cualquier proceso de producción:

- Disponibilidad: tiempo real de la máquina produciendo

- Rendimiento: producción real de la máquina en un determinado periodo de tiempo.
- Calidad: producción sin defectos. (Sánchez, 2010)

El analizar el OEE de la planta nos permite identificar las oportunidades de una planta para de esta manera aumentar su capacidad de acuerdo a lo requerido. Con esta herramienta también podremos visualizar de mejor manera aquellos factores de pérdidas para poder centrar esfuerzos en aquellos que nos permitan optimizar recursos y hacer más eficiente la operación. Adicionalmente podemos analizar cuáles son los causantes de los desperdicios que fueron identificados dentro del proceso productivo para poder implementar actividades que permitan disminuir o eliminar los despilfarros. Según Bryan Salazar podemos cuantificar el OEE de acuerdo a la Tabla (Salazar López, 2016):

Tabla N° 2. 1. *Valorización cuantitativa porcentual del OEE*

OEE	Valoración	Descripción
0% - 64%	Deficiente (Inaceptable)	Se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad.
65% - 74%	Regular	Es aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad.
75% - 84%	Aceptable	Debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% - 94%	Buena	Entra en valores de Clase Mundial. Buena competitividad.
95% - 100%	Excelente	Valores de Clase Mundial. Alta competitividad.

Fuente: Adaptado de Salazar López, 2019.

PLANTA ENVASADORA DE GLP

Establecimiento especial e independiente en el que una Empresa Envasadora almacena GLP con la finalidad de envasarlo en Balones (cilindros) o trasegarlo a Camiones Tanques.

CILINDRO PARA GLP

Envase portátil especial de acero, fabricado para contener el GLP y que, por su forma, peso y medidas, facilita su manipuleo, transporte e instalación. También se le denomina Balón. Su fabricación puede ser de capacidad de cinco (5), diez (10), quince (15) y cuarenta y cinco (45) kg., además debe poseer rotulado en alto relieve en el cuerpo y fabricado según Norma Técnica vigente, se usa en la Comercialización de GLP y es de propiedad de una Empresa Envasadora.

VÁLVULA DE CILINDRO

Materiales metálicos que se roscan en la parte superior o abertura del balón. Estos tienen la forma adecuada de las conexiones de las válvulas de las cocinas de los hogares.

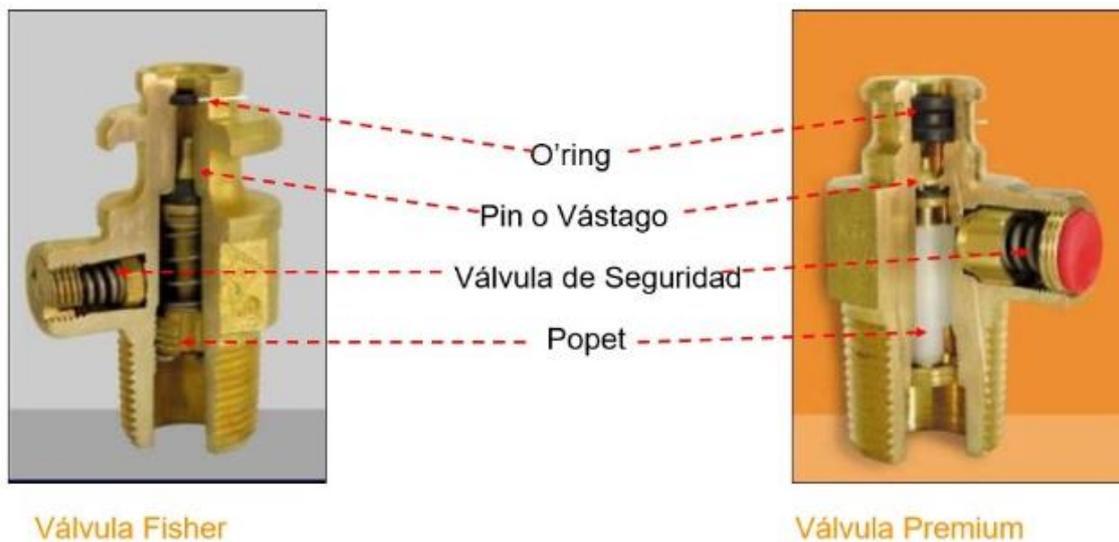


Figura N° 2. 3. Partes de la Válvula del Cilindro. Tomada de «Regulador normal VS Regulador Premium», 2021.

GAS LICUADO DE PETROLEO (GLP)

El GLP es una mezcla de hidrocarburos que a condiciones normales de presión y temperatura (0 °C y 1 atmósfera) se encuentran en estado gaseoso, pero que, a temperaturas ambientales y moderadamente alta presión, son licuados y se pueden almacenar en recipientes cerrados. Esta condición de licuación favorece también su transporte y manipuleo, ya que su volumen se reduce 250

veces.

En el Perú, el GLP se obtiene del petróleo a través de diversos procesos de refinación en la Refinería de Talara, de Petróleos del Perú S.A., y en la Refinería La Pampilla S.A.A., de la empresa Repsol. El combustible es obtenido de la destilación primaria del petróleo como también de los demás procesos a los que son sometidos otros productos de la destilación como la reformación y el cracking catalíticos de lecho fluidizado.

El GLP también puede ser obtenido a partir del gas natural; es decir, en el caso de encontrarse asociado al gas natural. Dado que el GLP en estado gaseoso es un componente con menor presión de vapor y puntos de ebullición más altos, el gas natural húmedo, antes de ser transportado, es separado en gas natural seco (de 80 a 90% de metano más la diferencia en etano) y líquidos de gas natural constituido por los hidrocarburos asociados más pesados. Mediante la destilación fraccionada de los líquidos de gas natural se puede obtener Propano y Butano (constituyentes del GLP), solventes, gasolina natural y destilados medios para mezcla, entre otros productos. En el Perú, estos procesos son realizados por las empresas Pluspetrol Perú Corporation S.A., Aguaytía Energy del Perú S.R.L., Graña y Montero Petrolera S.A. (GMP) y, en conjunto, Procesadora de Gas Pariñas (PGP) S.A.C. y Savia Perú S.A.

En el Perú, desde la implantación del gas de Camisea la producción de GLP proveniente del gas natural es casi un orden de magnitud mayor que la producción de GLP por proceso de refinación de petróleo.



Figura N° 2. 4. Esquema Simplificado de Obtención de Glp a partir del Petróleo.
Tomada de «Producción del GLP», 2010.



Figura N° 2. 5. Esquema Simplificado de Obtención de Glp a partir del gas
Natural. Tomada de «Producción del GLP», 2010.

Características del GLP

- El GLP a condiciones normales de presión y temperatura (1 atmósfera y 20° C) se encuentra en estado gaseoso, a temperatura normal y presión moderadamente alta (100 psi) el GLP es licuable, por lo que para su comercialización se almacena en estado líquido en recipientes a presión. Esta característica del GLP permite que su almacenamiento y transporte sea

económicamente eficiente, dado que en estado líquido su volumen es aproximadamente 250 veces menor que en estado gaseoso.

- El GLP no tiene olor, para facilitar la detección de escapes o fugas, se le agrega un agente artificial odorante (etil mercaptano), cuya proporción se encuentra establecida en la norma técnica peruana.
- El GLP no es tóxico ni venenoso, pero es más pesado que el aire; características que demanda constante vigilancia pues al escapar a la atmósfera desciende a los sitios más bajos, tales como sótanos, alcantarillas y zanjas, pudiendo provocar la muerte por asfixia en una exposición prolongada. Puede ocasionar quemaduras en la piel al entrar en contacto con su fase líquida.
- Cuando se mezcla con la cantidad apropiada de aire (que contiene oxígeno) y al tener contacto con cualquier chispa se inflama fácilmente.
- El rombo de seguridad NFPA2 704 del GLP: De acuerdo a la Figura N° 2.6, indica que su daño a la salud es ligero (1), que su grado de inflamabilidad es muy alto (4) y su grado de reactividad es mínimo (0).

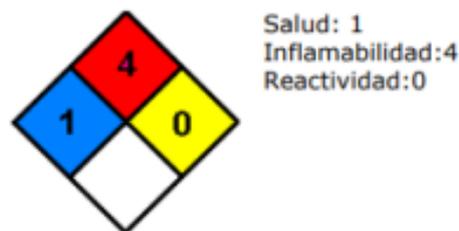


Figura N° 2. 6. Rombo NFPA del GLP. Tomada de Petroperú, 2019.

Composición y Propiedades del GLP

La composición del GLP que maneja la planta envasadora está de acuerdo a la composición del hidrocarburo de acuerdo al organismo supervisor de la inversión en Energía y Minería.

Tabla N° 2. 2. *Tabla de Composición y Propiedades del GLP*

Composición y Propiedades del GLP		Propano	GLP	Butano
Composición (%Vol.)	Unidad			
Propanos	%	100,00	60,00	0,00
Butanos	%	0,00	40,00	100,00
Propiedades Físico/Químico				
Presión de Vapor a 37.8°C	psi	208	160	70,0
Presión de Vapor a 0.0°C	psi	70,00	48	15
Punto de Ebullición @ 1Atm.	°C	- 42,1	- 25,5	- 0,5
Líquidos				
Gravedad Específica @ 60/60°F (Agua = 1)	---	0,5083	0,5389	0,5847
Densidad @ 15 °C	kg/gal	1,922	2,038	2,211
Vapor				
Densidad Relativa (Aire = 1)	---	1,5225	1,7162	2,0068
Inflamabilidad				
Límite Inferior (LEL). %Vol. Aire	%	2,00	1,80	1,50
Límite Superior (LEL). %Vol. Aire	%	9,50	9,30	9,00
Combustión				
Volumen Ideal de Gas		23,86	26,72	31,02
Poder Calorífico	BTU/kg	47 375	47 063	46 596
Poder Calorífico (Vapor @ 15 °C)	BTU/m ³	88 353	98 940	114 544
Poder Calorífico (Líquido @ 60 °F)	BTU/gal	90 823	95 657	102 909

Fuente: Tomada de «Propiedades y características del GLP - OSINERGMIN» , 2011.

2.1.3 Normativas

- Ley N°26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos.
- D.S. N° 030-98 – EM, Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos
- D.S. N° 001-94 – EM, Reglamento de Comercialización de GLP
- NFPA 58: Código del Gas Licuado de Petróleo
- D.S. N° 027-94 – EM, Reglamento de Seguridad para instalaciones y Transportes de Gas Licuado de Petróleo.
- D.S. N° 052-93 – EM, Reglamento de Seguridad para el almacenamiento de Hidrocarburos.
- D.S. N° 043-2007 – EM, Reglamento de Seguridad para las actividades de Hidrocarburos
- D.S. N° 026-94 – EM, Reglamento de Seguridad para el transporte de hidrocarburos
- Resolución 191 – 2011 – OS/CD, Presente reglamento establece el procedimiento a seguir para la inscripción, modificación, suspensión,

cancelación y habilitación en el Registro de Hidrocarburos, así como regular los principios, requisitos y órganos competentes.

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

2.2.1 Etapas de las actividades

Se analizó las estaciones de trabajo que involucran el área de producción en base a los 8 pilares del TPM, identificando los procesos que generan retrasos y pérdidas dentro del área mencionada en el periodo Julio 2021 – enero 2022, y comparando con los resultados luego de instalar las mejoras tomando como datos los reportes de producción entre los meses de enero 2022 a Julio 2022.

Etapa 1. Analizar de las causas del problema. Se identifica los procesos que generan retrasos (cuello de botella) y pérdidas económicas dentro del área de envasado.

Etapa 2. Mantenimiento autónomo. Listar los inconvenientes encontrados a través de entrevistas a los operadores en sus puestos de trabajo.

Etapa 3. Mantenimiento planificado. Con los datos recopilados en el periodo 2021 se halla la productividad y eficiencia de ese periodo, así también se estandariza los tiempos en las estaciones de trabajo.

Etapa 4. Mantenimiento de calidad. Se evaluó el estado y se calculó el rendimiento de las máquinas involucradas en la operación de envasado. (motor - bomba de GLP)

Etapa 5. Prevención del mantenimiento. Se instaló balanzas de llenado automático en reemplazo de balanzas manuales, se muestra el cronograma de instalación del rediseño de las tuberías que transportan el GLP desde los tanques de almacenamiento de GLP hasta las balanzas automáticas. Con ello se compara la producción en los periodos mencionados (julio 2021 – julio 2022).

Etapa 6. Actividades de Departamentos Administrativos y de apoyo. Se coordina con las áreas administrativa, RRHH, Logística, GG, QHSE las ventajas que se

obtienen con la inversión en equipos modernos y seguros para el área de producción.

Etapa 7. Formación y Adiestramiento. En base a los objetivos planteados por la empresa debido a la inversión dada en el área de producción se forma especialistas en cada puesto.

Etapa 8. Gestión de Seguridad y Entorno. Se establecer un control de entrega y recepción de equipos de protección personal para el personal de producción con la finalidad de mantener su integridad óptima dentro de ambiente de trabajo, así como también se crea un programa de capacitaciones continuas desarrolladas durante el año.

2.2.2. Diagrama de Flujo.

El siguiente esquema muestra las actividades por cada etapa del proyecto.

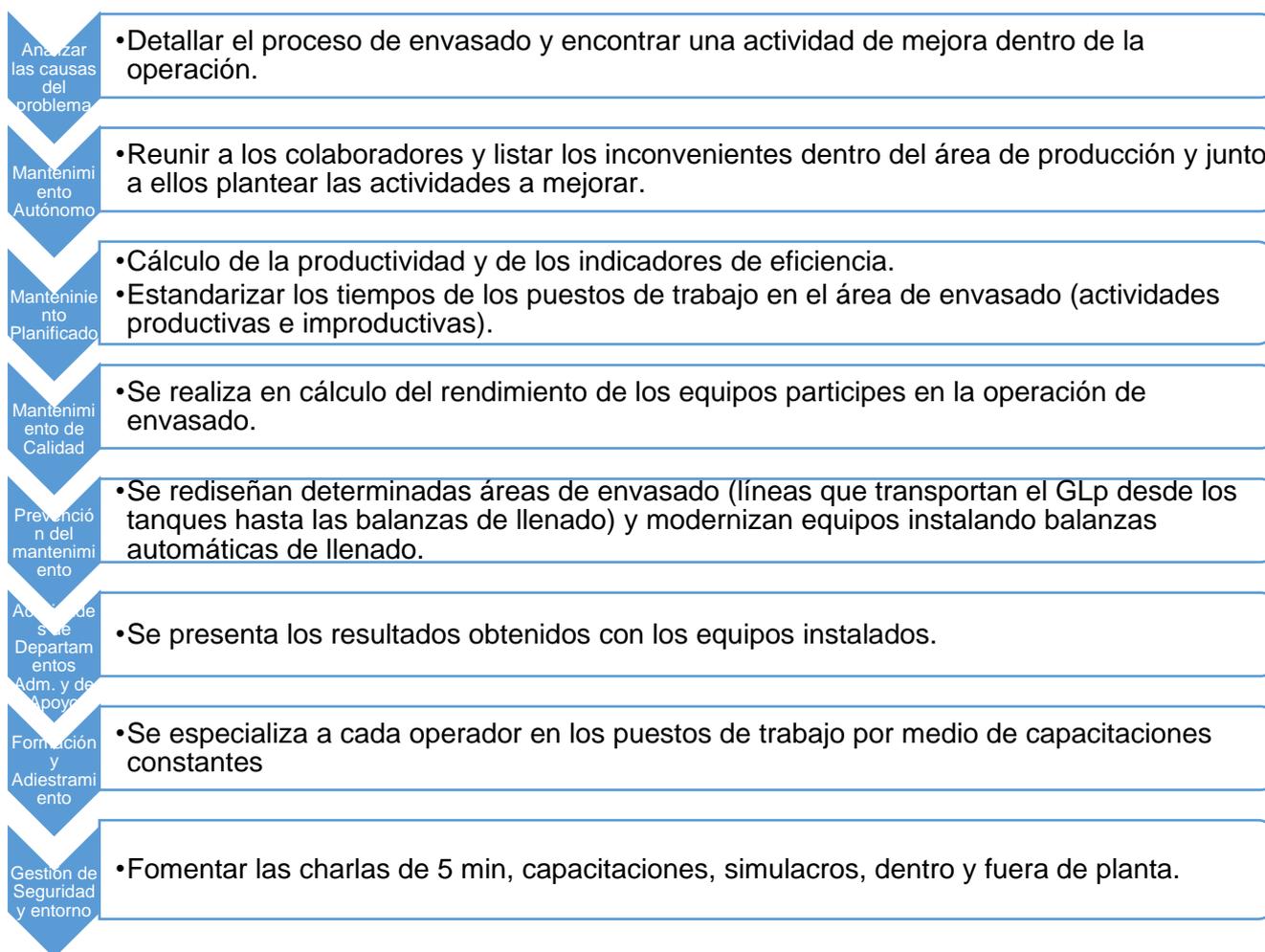


Figura N° 2. 7. Etapas del Proyecto.

III. APORTES REALIZADOS

3.1 Desarrollo de las actividades programadas

Etapa 1: Encontrar una oportunidad de mejora dentro de la planta

La empresa VAL HIDROCARBUROS S.A.C. en Diciembre 2021 se procedió analizar la situación de la empresa partiendo del área de envasado con el propósito de cumplir a tiempo y entregar un producto garantizado en peso y seguridad con todos los clientes del norte chico (Huaral, Chancay, Huacho, Barranca), ello requería evaluar el proceso de producción que se detalla a continuación: traslado de balones vacíos por camiones propios de la empresa provenientes de distintos centros de acopio, la descarga de los cilindros en la plataforma de recepción de cilindros vacíos por parte de los estibadores de cada camión asignado, la inspección visual de un operador encargado para encontrarse deterioro o mal estado de los balones vacíos, selección de los cilindros, los que no pasaban la evaluación se trasladan a la zona de mantenimiento y/o reparación en un taller externo y los cilindros operativos a observación de los encargados pasaban a pintarse y ponerle el logo de la empresa, posterior a ello se les colocaba la tara del cilindro vacío con una tiza sobre la superficie del cilindro y son trasladados al área de envasado, en la plataforma de envasado un operador colocaba un balón en cada balanza mecánica llenadora (7 total), luego procedía a colocarle las válvulas de llenado a cada balón y aperturar la llave de paso hasta que complete el trasvase de GLP en el interior de cada cilindro, al llegar al peso correspondiente (depende de la capacidad del cilindro, sea de 05 kilos, 10 kilos, 15 kilos, 45 kilos de capacidad), procedía a cerrar la llave de paso, retirar la válvula de llenado, retirar el balón lleno de la balanza y colocar otro balón vacío. Los balones llenos pasan por un control de fugas, usando agua jabonosa se rocía sobre las válvulas de los balones y coloca un probador en forma "T" dentro de la válvula; si presentan algún burbujeo se procede a cambiar el jebe del interior de la válvula (oring), si continuaba con el burbujeo se llevaba el balón lleno al área de trasiego, y se traspasa el contenido de GLP a otro recipiente, el cilindro estando vacío se lleva al área de mantenimiento; de igual manera si en el cuerpo del cilindro presenta una fuga, se procede a trasegar el contenido y el balón vacío se lleva al área de mantenimiento. Si no presentan el burbujeo o fuga, a los cilindros llenos se les

coloca un sello en la parte superior del cilindro que al contacto con agua caliente se contrae y adhiere a la válvula garantizando un producto terminado y almacenado en el área de despacho y por último son subido a los camiones distribuidores.

Un análisis de la relación de la producción y la mano de obra empleada desde el mes de julio de 2021 a julio 2022 nos permite ver un antes y un después luego de las mejoras realizadas.

Etapa 2: Listar los inconvenientes que involucran al área de producción haciendo participe a los colaboradores.

Tabla N° 3. 1. *Identificación y Listado de Inconvenientes*

Problema	Área involucrada
Actividades no estandarizadas	Producción
No hay documentación de los procesos	Producción
Consumo elevado	Logística
Sistema de reposición de balones inadecuado	Logística
Falta de GLP	Compras
Falta de balones	Logística - Producción
Falta de accesorios	Logística - Producción
No hay planificación de la producción	Producción
Muchos reprocesos	Producción - Administración
Falta de registro de los mantenimiento de máquinas	Producción - mantenimiento

Se plantea el plan de mejora junto a los colaboradores.

Tabla N° 3. 2. *Listado de Mejoras a Realizar*

Problema	Actividad de mejora	Encargado
Actividades no estandarizadas	Elaboración de Diagrama de procesos	jefe de planta
No hay documentación de los procesos	Elaboración de Procedimientos y Formatos de control	jefe de planta
Muchos reprocesos	Planificar correctamente las estaciones de trabajo	jefe de planta
Falta de registro de los mantenimiento de máquinas	Mejorar los equipos y elaborar un registro de mantenimientos	jefe de planta

Etapa 3: Cálculo de productividad e indicadores de eficiencia en el periodo del semestre 2021.

Recopilación de información de las áreas de apoyo

Costo de Producción

Costo Unitario de Mano de Obra

Costo Semestral unitario de mano de obra directa es de s/. 0.41 x balón, teniendo en cuenta los datos obtenidos del control de producción de la empresa VAL HIDROCARBUROS S.A.C. en base a 1243540 kilos envasados en el último semestre.

Tabla N° 3. 3. *Datos de Reporte de Producción Semestre 2021*

PRODUCCIÓN 2021						
MES	C 05 KG	C 10 KG	C 15 KG	C 45 KG	KILOS ENVASADOS (kg)	PROMEDIO CILINDRO ENVASADO DÍA
JULIO	21	23660	29	252	248480	991
AGOSTO	24	24811	34	341	264085	1052
SETIEMBRE	12	22649	11	356	242735	966
OCTUBRE	20	18606	12	241	197185	782
NOVIEMBRE	19	15666	3	240	167600	670
DICIEMBRE	20	11731	4	133	123455	494
PROMEDIO PRODUCIDO MES						826

Nota: Tabla realizada con información proporcionada por el área de producción de VAL HIDROCARBUROS S.A.C.

Tabla N° 3. 4. *Costo Unitario de Mano de Obra*

# operadores	salario	beneficios	sub total mensualx operario	Costo semestral mano de obra directa (S/.)
6	930	474.3	1404.3	50554.8
COSTO UNITARIO MANO DE OBRA POR 124354 BALONES SEMESTRAL				0.41

Nota: Tabla realizada con información proporcionada por el área de RRHH de VAL HIDROCARBUROS S.A.C.

Costo Materia Prima

Tomando en cuenta las facturas del último semestre se obtuvo en promedio s/.73155 por cada abastecimiento, de igual manera promediando la cantidad de kilos que transporta la cisterna se tiene 23150 kilos, por lo tanto, el costo de cada kilo es de s/.3.16 x kilogramo a este valor se adiciona el monto por transportarlo (flete) que es s/.0.19 x kilogramo. Costo total unitario de Materia Prima por balón es de s/.33.49 x balón.

Tabla N° 3. 5. *Costo Materia Prima*

PROMEDIO DE PRECIOS UNITARIO (S/.)	73155
CANTIDAD PROMEDIO MÁXIMA TRANSPORTADA (KG)	23150
COSTO UNITARIO DE MP POR 23150 KG	3.16
FLETE TOTAL SOLES POR KILOGRAMO	0.19
COSTO TOTAL UNITARIO DE MATERIA PRIMA POR kg DE GLP	3.35
COSTO TOTAL UNITARIO DE MATERIA PRIMA POR BALÓN	33.49
COSTO TOTAL UNITARIO DE MATERIA PRIMA POR BALÓN SIN IGV	28.38

Nota: Tabla realizada con información proporcionada por el área de compras de VAL HIDROCARBUROS S.A.C.

Costo Materiales Indirectos

El área de compras y logística proporcionaron los valores respecto a los insumos utilizados para la presentación del cilindro lleno dando un costo total de s/.0.39 x balón.

Tabla N° 3. 6. *Costo de Materiales Indirectos*

INSUMOS	CAPACIDAD	MONTO (S/.)	RATIO	MONTO POR BALÓN
Pintura Celeste	55 galones	1800	120 balones/galón	0.27
Pintura Blanca "Logo"	5 galones	163	1000 balones/galón	0.03
oring	1000 unidades	38		0.04
precinto	1000 unidades	49.66		0.05
COSTO UNITARIO DE MATERIALES INDIRECTOS				0.39
COSTO UNITARIO DE MATERIALES INDIRECTOS (SIN IGV)				0.33

Nota: Tabla realizada con información proporcionada por el área de compras de VAL HIDROCARBUROS S.A.C.

El costo unitario de producción (C.U.P.) es de s/.29.12 x balón de GLP

$$C.U.P. = C_{u_{mano\ de\ obra}} + C_{materia\ prima} + C_{materiales\ indirectos} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$C.U.P = 0.41 + 28.38 + 0.33 = 29.12$$

Tabla N° 3. 7. Precio de Venta de Cilindro de GLP Lleno Periodo 2021

DETERMINACIÓN PRECIO DE VENTA	S/. /balón
Costo de producción por balón de 10 kg de GLP Envasado sin utilidad	29.12
Utilidad (15%)	4.37
Total costo de Producción por balón de 10 Kg de GLP	33.49
IGV (18%)	6.03
PRECIO DE VENTA	39.52

Nota: Tabla realizada con información proporcionada por el área de compras de VAL HIDROCARBUROS S.A.C.

Determinando Capital de Trabajo (KT):

$$KT = \text{Número de balones} \times C.U.P \text{ soles/balón} \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$KT = 826 \text{ balones} \times 29.12 \text{ soles/balón}$$

$$KT = 24053.12 \text{ soles}$$

Producción en el periodo del segundo semestre 2021

Producción de acuerdo al semestre (julio 2021 – diciembre 2021) es de 826 cilindros envasados en un turno de 8 hora, participando 6 operadores.

Productividad respecto a la mano de obra (MO)

$$PMO = \frac{\text{Cantidad}_{\text{Balones/día}}}{\text{Cantidad}_{\text{operarios}}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$PMO = \frac{826 \text{ balones/día}}{6 \text{ operadores}} = 138 \frac{\text{balones}}{\text{operario}} \text{ día}$$

138 balones por operario al día.

Productividad respecto a HH trabajadas (HH)

$$PHH = \frac{\text{Cantidad}_{\text{Balones/día}}}{\text{Horas trabajadas}_{\text{por día}}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$PHH = \frac{826 \text{ balones/día}}{48 \text{ HH/día}} = 17 \frac{\text{balones}}{\text{HH}} \text{ día}$$

17 balones por cada Hora Hombre trabajada al día.

Eficiencia Económica (Ee)

$$Ee = \frac{\text{Cantidad}_{\text{Balones/día}} \times PV_{\text{Balón}}}{KT} \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$Ee = \frac{826 \frac{\text{balones}}{\text{día}} \times 39.52 \frac{\text{s/}}{\text{balón}}}{24053.12 \text{ s/}} = 1.36 \text{ soles}$$

Por cada sol invertido se gana s/.0.36 soles.

Estandarización de tiempos de los puestos de trabajo.

$$\text{tiempo de ciclo} = \frac{\text{tiempo base (tb)}}{\text{producción}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$\text{tiempo de ciclo} = \frac{480 \text{ minutos/día}}{826 \text{ cilindros llenos/día}}$$

$$\text{tiempo de ciclo} = 0.58 \frac{\text{minutos}}{\text{cilindro lleno}}$$

Teniendo calculado el tiempo de ciclo del proceso de envasado de GLP en cilindros es de “0.58 minutos/cilindro con GLP”. Determinamos según la tabla el número de observaciones necesarias con respecto al tiempo de ciclo del proceso de análisis.

Tabla N° 3. 8. *Número Recomendado de Ciclos de Observación*

NÚMERO RECOMENDADO DE CICLOS DE OBSERVACIÓN	
Tiempo de Ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos de observación
0,10	200
0,25	100
0,50	60
1,00	30
2,00	20
4,00 - 5,00	15
5,00 - 10,00	10
10,00 - 20,00	8
20,00 - 40,00	5
40,00 o más	3

Fuente: Tomada de Rioja Vilchez, 2020.

Interpolando los tiempos de ciclo y el número recomendando de ciclos de observación tenemos:

El número recomendado de ciclos de observación es de: 55 ciclos.

Tabla N° 3. 9. Ciclos observados en el proceso de inspección y limpieza de cilindros

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Inspección	3.05	3.34	2.82	2.49	2.84	3.50	2.42	3.36	3.34	3.23	3.45	3.07	2.52	2.93	3.49	2.68	2.45	4.05	3.13	3.14
Limpieza	7.28	7.45	8.54	7.08	7.28	7.60	10.03	7.07	7.96	7.38	7.50	7.52	7.38	7.94	8.36	7.21	7.37	7.12	8.55	7.65

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Inspección	3.07	3.36	3.33	2.38	2.76	2.69	2.33	2.98	2.78	3.64	2.26	2.73	3.38	2.85	3.44	2.66	3.61	2.59	3.42	2.76
Limpieza	7.15	7.20	7.79	7.74	7.31	7.65	7.57	7.64	7.77	9.74	7.34	7.56	7.78	7.79	7.49	7.48	7.51	7.43	7.63	7.38

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)															TP
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Inspección	3.39	3.06	3.36	3.64	2.57	2.64	3.65	2.36	3.06	2.39	3.20	2.95	3.15	2.81	3.29	3.02
Limpieza	7.38	7.18	7.07	7.39	7.25	7.53	10.8	7.67	7.9	7.58	7.8	7.68	7.24	7.02	7.17	7.67

Tabla N° 3. 10. Ciclos Observados en el Proceso de Pintado, Logueado y Tarado de Cilindros

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pintado	13.72	9.00	8.11	11.31	11.71	14.03	11.71	12.15	10.74	15.64	12.29	10.06	14.72	10.97	14.67	10.72	9.16	9.27	9.74	9.28
Logueado	8.06	7.75	9.12	7.71	7.30	9.32	8.15	9.67	6.93	9.20	10.48	5.72	7.69	6.27	7.14	4.18	3.79	4.84	5.15	4.79
Tara	9.37	10.23	9.37	12.00	4.00	8.68	8.39	8.49	7.99	10.08	9.81	7.47	6.98	10.50	8.10	9.14	9.43	7.76	5.81	5.40

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Pintado	7.51	9.15	10.28	9.88	9.21	10.92	11.43	10.66	10.79	13.70	10.80	10.25	9.47	9.63	9.34	11.17	10.72	11.90	9.79	9.89
Logueado	5.38	6.28	4.79	5.38	6.28	4.96	4.27	6.80	5.16	5.00	3.30	4.15	5.56	3.96	3.95	5.11	4.22	3.99	5.84	5.92
Tara	6.04	7.34	5.98	7.10	7.09	7.25	9.35	5.98	6.04	6.45	8.08	8.34	5.88	6.12	7.74	6.7	4.78	5.15	6.6	5.39

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)															TP
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	
Pintado	11.89	9.74	9.18	9.02	12.04	12.27	9.85	12.10	9.45	11.23	10.66	9.28	9.15	9.16	8.61	10.71
Logueado	5.40	5.19	4.44	3.78	5.96	4.52	4.50	5.77	4.22	5.82	4.00	4.65	4.33	3.32	6.22	5.74
Tara	7.22	6.16	6.49	7.49	6.91	7.02	10.1	6.17	6.2	8.21	8.43	8.43	7.09	6.55	6.7	7.48

Tabla N° 3. 11. Ciclos Observados en el Proceso de Espera, Envasado y Comprobación de Cilindros

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
espera al envasar en simultáneo	7.64	7.21	7.46	7.37	7.95	7.78	7.12	7.04	7.12	7.71	7.72	7.09	7.71	7.06	7.58	7.88	7.51	8.00	7.98	7.79
envasado manual	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
comprobación del cilindro lleno	2.87	2.41	2.34	2.69	2.47	2.79	2.55	2.37	2.35	2.75	2.69	2.98	2.80	2.17	2.40	2.77	2.28	2.63	2.51	2.42

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
espera al envasar en simultáneo	7.80	7.08	7.29	7.44	7.62	7.20	7.21	7.64	7.23	7.42	7.82	7.03	7.64	7.71	7.67	7.81	7.97	7.84	7.45	7.44
envasado manual	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4
comprobación del cilindro lleno	2.51	2.71	2.86	2.35	2.48	2.20	2.95	2.87	2.7	2.67	2.99	2.53	2.19	2.13	2.52	2.82	2.29	2.19	2.76	2.18

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)																TP
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55		
espera al envasar en simultáneo	7.72	7.32	7.56	7.04	7.15	7.10	7.99	7.15	7.23	7.56	7.23	7.37	7.89	7.59	7.29	7.49	
envasado manual	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	14.4	
comprobación del cilindro lleno	2.418	2.49	2.57	2.76	2.18	2.91	2.86	2.88	2.18	2.32	2.5	2.4	2.89	2.74	2.99	2.57	

Tabla N° 3. 12. Ciclos Observados en el Proceso de Prueba de Fugas y Precintado de Cilindros Llenos

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Prueba de hermeticidad	8.14	9.02	9.64	14.26	6.47	12.83	11.23	10.66	6.00	7.56	7.73	11.77	10.99	13.80	13.54	9.16	11.37	7.97	12.42	6.65
traslado al área de oring	4.89	5.19	4.12	4.88	4.77	4.29	4.54	4.33	4.60	4.05	5.38	4.18	4.77	5.72	4.93	5.05	4.11	4.35	5.09	5.64
extracción de oring	3.12	7.25	2.50	3.61	2.59	2.78	2.52	2.45	3.31	2.38	3.25	2.33	7.70	2.30	2.59	2.99	2.96	3.55	7.23	3.84
Colocación de oring	5.89	5.57	5.75	5.36	5.42	5.44	5.22	5.04	5.64	5.50	5.06	5.55	5.69	5.15	5.80	5.67	5.59	5.59	5.64	5.12
colocación de termo encogible	5.74	5.36	5.94	5.47	5.43	5.07	5.76	5.44	5.36	5.60	5.50	5.20	5.96	5.92	5.14	5.88	5.89	5.29	5.92	5.00

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Prueba de hermeticidad	11.96	9.38	12.60	9.23	11.41	12.19	11.32	9.28	9.09	10.77	11.55	9.30	11.68	11.85	9.87	9.84	12.40	9.13	8.56	9.08
traslado al área de oring	4.72	4.63	5.70	4.93	5.01	5.81	5.31	5.78	5.83	5.79	4.21	4.62	4.24	5.12	5.36	4.63	4.39	5.36	5.12	4.47
extracción de oring	3.80	4.44	5.56	4.16	4.49	5.89	4.40	4.04	4.23	4.56	5.77	5.75	5.37	4.88	4.32	4.48	4.73	4.33	4.07	4.53
Colocación de oring	5.29	5.42	5.62	5.21	5.44	5.19	5.97	5.13	5.81	5.12	5.70	5.66	5.80	5.14	5.09	5.56	5.72	5.55	5.85	5.68
colocación de termo encogible	5.01	5.13	5.13	5.32	5.13	5.33	5.34	5.51	5.79	5.24	5.51	5.71	5.52	5.96	5.21	5.06	5.55	5.30	5.98	5.57

Actividad	Ciclo cronometrado (seg)																TP
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55		
Prueba de hermeticidad	10.46	7.63	9.74	12.22	12.56	15.88	17.04	15.06	13.46	11.65	8.88	8.89	11.95	11.93	8.57	10.68	
traslado al área de oring	5.92	4.64	4.49	5.90	5.10	4.33	5.11	5.69	5.85	5.30	5.39	5.04	4.48	4.83	4.37	4.95	
extracción de oring	2.68	2.93	2.06	3.00	2.72	2.29	2.23	2.83	2.33	2.49	2.39	2.92	2.57	2.84	2.67	3.71	
Colocación de oring	5.82	5.66	5.08	5.12	5.35	5.20	5.36	5.58	5.32	5.88	5.15	5.02	5.13	5.41	5.30	5.46	
colocación de termo encogible	5.49	5.74	5.9	5.21	5.3	5.37	5.74	5.63	5.28	5.19	5.3	5.55	5.54	5.02	5.34	5.47	

Tabla N° 3. 13. *Resumen de Tiempos Promedios Totales Cronometrados*

Personal	ACTIVIDADES	TIEMPO (s/balón)	DETALLE
Herrera	inspección del estado físico del cilindro vacío	3.02	productivo
Herrera	limpieza del cilindro vacío	7.67	productivo
Melgarejo	pintado del cilindro vacío	10.71	productivo
Melgarejo	logueado del cilindro vacío	5.74	productivo
Ramirez	tara del cilindro vacío	7.48	productivo
Castillejo	espera para ser envasado el balón vacío	7.49	improductivo
Castillejo	envasado del GLP en el cilindro vacío	14.4	productivo
Castillejo	comprobación del peso del cilindro con GLP	2.57	productivo
Bautista	prueba de hermeticidad para evitar fugas	10.68	productivo
Bautista	traslado del cilindro con GLP al área de cambio de oring.	4.95	improductivo
Bautista	extracción del oring en mal estado	3.71	productivo
Bautista	colocación del nuevo oring para evitar fugas	5.46	productivo
Garcia	colocación del precinto de seguridad del cilindro	5.47	productivo
	tiempo total de actividades productivas	76.91	segundos/balón
	tiempo total de actividades improductivas	12.44	segundos/balón

Tabla N° 3. 14. *Resumen de Tiempos de las Actividades Productivas*

ESTACIÓN	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	tiempo normal	tiempo estándar
Estación N°1 (E1)	inspección, limpieza y selección de cilindros	10.69	16
Estación N°2 (E2)	pintado, logueado de cilindro vacío	16.45	21
Estación N°3 (E3)	tara de cilindro	7.48	9
Estación N°4 (E4)	espera, envasado, comprobación de cilindro lleno	16.97	24
Estación N°5 (E5)	prueba de fugas y cambio de oring	19.85	22
Estación N°6 (E6)	colocación del precinto de seguridad	5.47	9
	TIEMPO TOTAL	76.91	101

Estableciendo línea de Producción con tiempos estándar propuestos.

El valor para el tiempo estándar se determina tomando en cuenta los descansos que deben tener los operarios, como ir a los servicios higiénicos, fatiga natural por la postura adoptada en las estaciones de trabajo; en el caso específico de los pintores, el recargar su pintura y limpiar sus planchas galvanizadas usadas para el logo entre otros según la naturaleza del trabajo realizado.

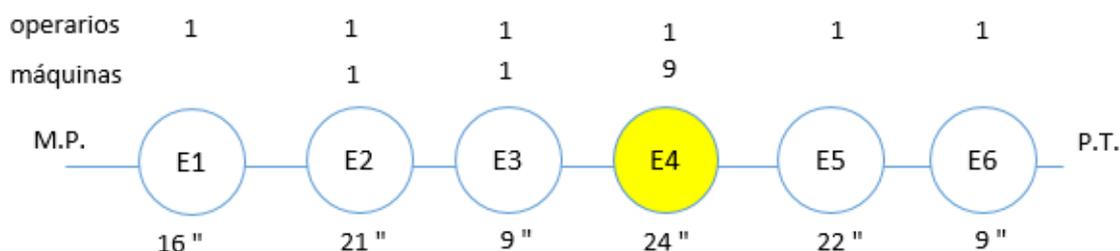


Figura N° 3. 1. *Línea de Producción con Tiempos Estándar Propuestos*

Número de máquinas en la operación (n): 11

Número de estaciones de trabajo (k): 6

Producción total calculada con el tiempo de ciclo que genera el cuello de botella.

$$PT = \frac{Tb}{c} \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$PT = \frac{28800 \text{ seg/día}}{24 \text{ seg/balón}} = 1200 \text{ balones/dí}$$

Considerando el envasado manual que se tiene, en promedio se tiene un 5% de cilindros defectuosos, por falla de válvulas o cilindros deteriorados con presencia de hueco en la superficie de balón, los cuales demoran 5 minutos aproximado en trasegar el contenido en otro cilindro vacío; por lo tanto, considerando que en planta contamos con tres mangueras de trasiego;

$$PTs/d = 1200(1 - 0.05) = 1140 \text{ balones/día}$$

$$\text{tiempo para trasegar} = 60 \text{ balones} \times 5/3 = 100 \text{ minutos} = 1.66 \text{ horas}$$

Se pierde 1.66 horas en trasegar balones por falla de válvulas y huecos en los diversos cilindros.

Cálculo de indicadores de Eficiencia de Línea

Eficiencia de línea

$$E = \frac{\sum Ti}{nc} \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$E = \frac{16 + 21 + 9 + 24 + 22 + 9}{24 \times 11}$$

$$E = 0.38 = 38 \%$$

Tiempo Ocioso

$$H = kC - \sum Ti \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$H = 6 \times 24 - (16 + 21 + 9 + 24 + 22 + 9)$$

$$H = 43 \text{ segundos/unidad}$$

Etapa 4: Mantenimiento de calidad

La máquina más utilizada que define la operación de envasado es la bomba de GLP, impulsado por un motor eléctrico antiexplosivo el cuál haciendo uso de la OEE, determinaremos el rendimiento de la bomba - motor.

$$hL = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} + \sum km \frac{v^2}{2g} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Longitud de la tubería de acero cédula 80 que transporta el GLP de los tanques estacionarios a la balanza de GLP.

$$L = 29.8 \text{ m}$$

$$Di = 49.2 \text{ mm} = 0.0492 \text{ m}$$

En todo el tramo de la tubería están colocados los siguientes accesorios:

Tabla N° 3. 15. *Resumen de Coeficientes de Fricción de los Accesorios en la Línea donde se Transporta el GLP para el Envasado*

Accesorio	Cantidad	k
valvula de globo	3	10
tee recto	4	0.1
codo 90°	2	0.9
uniones	6	0.3

$$\sum km = \sum(\text{Cantidad} * \text{Coeficiente de Fricción}) \text{ (Ecuación 10)}$$

$$\sum km = (3 * 10 + 4 * 0.1 + 2 * 0.9 + 6 * 0.3)$$

$$\sum km = 34$$

	Medida Nominal de la Tubería (pulg)	Diámetro Ext (mm)	Espesor (mm)	Diámetro Interior (mm)
Cedula 80	2	60,3	5,54	49,2
	3	88,9	7,62	73,7
	3 1/2	101,6	8,08	85,4
	4	114,3	8,56	97,2
	5	141,3	9,52	122,3
	6	168,3	10,97	146,4
	8	219,1	12,7	193,7
	10	273,0	15,09	242,8
	12	323,9	17,47	289,0
	14	355,6	19,05	317,5
	16	406,4	21,44	363,5
	18	457,2	23,82	409,6
	20	508,0	26,19	455,6
24	609,6	30,96	547,7	

Figura N° 3. 2. Dimensión Estándar de Tubería de Acero Cédula 80. Adaptado de Mott y Untener, 2015, p. 501.

Densidad del GLP a 15°C según características del proveedor es de $\rho = 0.5389 \text{ kg/L}$

Viscosidad del GLP es de $\mu = 1430 \times 10^{-7} \text{ Pa.s}$

El caudal (Q) determinado es de 2500 kilogramos envasados en una hora (3600 segundos):

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} \quad \text{(Ecuación 11)}$$

$$Q = \frac{\frac{2500 \text{ kg}}{0.5389 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 1000 \frac{\text{L}}{\text{m}^3}}}{3600 \text{ s}}$$

$$Q = 0.00129 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Calculando el área de la tubería de 2 “cédula 80.

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (\text{Ecuación 12})$$

$$A = \frac{\pi \times 0.0492^2}{4}$$

$$A = 0.0019 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, calculando la velocidad del fluido.

$$v = \frac{Q}{A} \quad (\text{Ecuación 13})$$

$$v = \frac{0.00129 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0019 \text{ m}^2}$$

$$v = 0.678 \text{ m/s}$$

Número de Reynolds

$$Re = \frac{v \times D \times \rho}{\mu} \quad (\text{Ecuación 14})$$

$$Re = \frac{(0.678 \text{ m/s}) \times (0.0492 \text{ m}) \times (538.9 \text{ kg/m}^3)}{1430 \times 10^{-7} \text{ Pa.s}}$$

$$Re = 125674.30 \text{ (Turbulento)}$$

Calculando el factor de fricción de la tubería (f)

Material	Rugosidad (m)	Rugosidad (ft)
Vidrio	Liso	Liso
Plástico	$3,0 \times 10^{-7}$	$9,8 \times 10^{-7}$
Tubo extruido, cobre, latón y acero	$1,5 \times 10^{-6}$	$4,9 \times 10^{-6}$
Acero comercial o soldado	$4,6 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-4}$
Hierro galvanizado	$1,5 \times 10^{-4}$	$4,9 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil recubierto	$1,2 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-4}$
Hierro dúctil no recubierto	$2,4 \times 10^{-4}$	$7,9 \times 10^{-4}$
Concreto, bien fabricado	$1,2 \times 10^{-4}$	$3,9 \times 10^{-4}$
Acero Remachado	$1,8 \times 10^{-4}$	$5,9 \times 10^{-4}$

Figura N° 3. 3. Valores de Diseño de la Rugosidad de Tubos. Adaptado de Mott y Untener, 2015.

Rugosidad del material de la tubería de GLP

$$\varepsilon = 4.6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

Usando la ecuación de Swamme – Jain

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2} \quad (\text{Ecuación 15})$$

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{4.6 \times 10^{-5} \text{ m}}{3.7 (0.0492 \text{ m})} + \frac{5.74}{125751.44^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.0216$$

Determinamos las pérdidas por fricción de la tubería y accesorios

$$h_L = \left(0.0216 \times \frac{29.8 \text{ m}}{0.0492 \text{ m}} + 34 \right) \times \frac{(0.678 \text{ m/s})^2}{2 (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})} = 1.103 \text{ m}$$

Reemplazamos los valores hallados para determinar la altura de la bomba de GLP. Variación de la presión es de 32 psi equivalente a 220632 pascal.

$$h_B = \frac{(P_2 - P_1)}{\rho g} + h_L \quad (\text{Ecuación 16})$$

$$h_B = \frac{(220632 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2})}{(538.9 \text{ kg/m}^3)(9.81 \text{ m/s}^2)} + 1.103 \text{ m} = 42.84 \text{ m}$$

Determinamos potencia de la bomba

$$w_B = \rho g h_B Q \quad (\text{Ecuación 17})$$

$$w_B = (538.9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (9.81 \text{ m/s}^2) (42.84 \text{ m}) (0.00128 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$w_B = 289.87 \text{ W}$$

Si el motor eléctrico consume 0.102 kw-hr durante 15 minutos (0.25 hr).

$$E_E = \frac{E}{t} \quad (\text{Ecuación 18})$$

$$E_E = \frac{0.102 \text{ kw hr}}{0.25 \text{ hr}} = 0.408 \text{ kw} = 408 \text{ w}$$

Calculamos el rendimiento del conjunto bomba – motor

$$\eta_{bomba} n_{motor} = \frac{w_B}{E_E} \quad (\text{Ecuación 19})$$

$$\eta_{bomba} n_{motor} = \frac{289.87 \text{ W}}{408 \text{ W}}$$

$$\eta_{bomba} n_{motor} = 0.7104 = 71. \%$$

El rendimiento del conjunto bomba de GLP y motor resulta 71% encontrándose según tabla en un rango regular.

Etapa 5: Prevención del mantenimiento.

La planta envasadora VAL HIDROCARBUROS SAC, conocida como PRONTO GAS, lleva operando casi 50 años en el mercado de hidrocarburos, enfocándose en el llenado de GLP en cilindros.

En el 2019, al iniciar mi gestión como jefe de planta, se buscó información acerca de los mantenimientos previos a las líneas de GLP, pero no se encontró ningún registro, se indagó a los anteriores encargados y confirmaron la falta de dicho registro.

En el 2020 se procedió a revisar las líneas de GLP, se realizó prueba de fugas y reajustó las conexiones universales, codos, tees, válvulas de seguridad, manómetros y varios elementos participes en el tramo de tuberías. Encontrándose varios inconvenientes debido a que este diseño no contaba con lo requerido en la normativa vigente. Al estar años operando sin un plan de mantenimiento algunos tramos de tubería estaban comprometidas, oxidadas interiormente y exteriormente. Es por ello que la gestión presente optó por rediseñar en primer lugar los activadores neumáticos que permitían encapsular el tanque ante cualquier emergencia buscando garantizar la seguridad dentro de planta y los colaboradores dentro de ella.

A inicios del 2021, en un acuerdo comercial con la empresa Durulsan, se adquirieron 8 balanzas electro neumáticas, las cuales cumplían con las normas exigidas por el ente regulador Osinergmin, pero debido algunos casos de COVID 2019 dentro de la organización, el proyecto entró en stand by quedando pendiente la modificación de las líneas de GLP desde la salida de los tanques hasta el manifold de llenado de las balanzas adquiridas.

En diciembre de ese mismo año se retomó el proceso de la instalación concretándose en enero del 2022. A partir de ese momento marca el inicio de una producción más eficiente y sobretodo más segura.

A continuación, se presenta el cronograma de instalación de las tuberías, balanzas electro neumáticas y compresor de GLP:

Tabla N° 3. 16. Cronograma de Actividades Desmontaje

Mes - semanas	ENERO																							
	24 DIAS																							
Actividades	07-01-22	08-01-22	09-01-22	10-01-22	11-01-22	12-01-22	13-01-22	14-01-22	15-01-22	16-01-22	17-01-22	18-01-22	19-01-22	20-01-22	21-01-22	22-01-22	23-01-22	24-01-22	25-01-22	26-01-22	27-01-22	28-01-22	29-01-22	30-01-22
	Analisis de trabajo y diseño de nueva red																							
	Venteo de presión y cierre de vavulterias de las redes antiguas de GLP																							
	Desmontaje de las redes antiguas de GLP de la zona de los tanques estacionarios																							
Proyección e instalación de las líneas de succión hacia las bombas de GLP																								

Tabla N° 3. 17. Cronograma de Actividades Instalación

Actividades	Mes - semanas												ENERO												24 DIAS
	07-01-22	08-01-22	09-01-22	10-01-22	11-01-22	12-01-22	13-01-22	14-01-22	15-01-22	16-01-22	17-01-22	18-01-22	19-01-22	20-01-22	21-01-22	22-01-22	23-01-22	24-01-22	25-01-22	26-01-22	27-01-22	28-01-22	29-01-22	30-01-22	
Proyección e instalación de las líneas de llenado de la toma de descarga																									
Instalación de las líneas y redes del compresor de GLP																									
Proyección e instalación del sistema de BY PASS de las bombas de GLP																									
Instalación de las soporteras y pruebas de hermeticidad de las líneas de la zona de los tanques de GLP																									
Pintado de las tuberías con base y pintura epoxica de la zona de los tanques de GLP																									
Puesta en marcha y operatividad de las redes y líneas nuevas de la zona de los tanques y bombas de emvasado de GLP con la línea antigua de bombeo hacia las balanzas mecánicas																									
Instalación y proyección de la línea nueva de bombeo hacia la nueva ubicación de las balanzas automáticas																									
Instalación de un Manifull para 8 balanzas automáticas y una válvula de emergencia en la zona de la plataforma																									
Instalación de un cierre remoto a larga distancia en la zona de la plataforma																									
Instalación e interconexión de dos compresores de aire para la alimentación neumática de 8 balanzas automáticas																									
Interconexión de la línea nueva de bombeo hacia las nuevas redes de gas de los tanques estacionarios																									
Instalación mecánica y neumática de las balanzas automáticas hacia el nuevo manifold de GLP																									
Prueba y puesta en marcha del compresor de GLP y las balanzas automáticas según este listo las instalaciones eléctricas																									
Retoque con base y pintura epoxica las tuberías y soporteras de GLP																									



Figura N° 3. 4. Vista General de las Líneas de GLP entre los Tanques Estacionarios y Bomba de GLP - Periodo 2021.



Figura N° 3. 5. Vista de las Líneas de GLP desde el Ingreso y Salida de la Bomba de GLP - Periodo 2021



Figura N° 3. 6. Desmontaje de las Líneas de GLP - Periodo 2021



Figura N° 3. 7. Desmontaje de las Tuberías y Accesorios de la Bomba de GLP - Periodo 2021



Figura N° 3. 8. Montaje del Compresor de GLP - Periodo 2022



Figura N° 3. 9. Instalación de Nueva Tubería de GLP - Periodo 2022.



*Figura N° 3. 10. Armado, Prueba de Fugas y Pintado de Nueva Tubería de GLP
- Periodo 2022.*



Figura N° 3. 11. Presentación de Balanzas Mecánicas - Periodo 2021.



Figura N° 3. 12. Presentación de Balanzas Electro Neumáticas Durulsan -
Periodo 2022



Figura N° 3. 13. Puesta en Marcha de Balanzas Electro Neumáticas Durulsan -
Periodo 2022

Etapa 6: Actividades de Departamento Administrativo y de apoyo

En el periodo enero 2022 a julio 2022, con el rediseño de las tuberías de GLP y la instalación de las balanzas electro neumáticas, se elaboró junto al departamento de administración formatos que permitan controlar la salida de GLP y cantidad de cilindros envasados. Se garantizó mayor seguridad en el proceso de llenado de cilindros, en tal sentido se aprovechó el modo automático de llenado de las balanzas para que el operador de envasado en su tiempo improductivo el cual era esperar que una balanza se libere cuando todas estaban operando en simultáneo aproveche en colocar la tara de los cilindros, permitiendo disminuir una estación de trabajo en la línea de producción y designar al operador libre (Kilmer Ramírez) a otra área dentro de la organización.

Tabla N° 3. 18. *Tiempo Promedio Actual Periodo 2022*

Personal	ACTIVIDADES	TIEMPO (s/balón)	DETALLE
Herrera	inspección del estado físico del cilindro vacío	3.02	productivo
Herrera	limpieza del cilindro vacío	7.67	productivo
Melgarejo	pintado del cilindro vacío	10.71	productivo
Melgarejo	logueado del cilindro vacío	5.74	productivo
Castillejo	tara de cilindro vacío puesto en la balanza automática	6	productivo
Castillejo	envasado del GLP en el cilindro vacío	11.61	productivo
Castillejo	comprobación del peso del cilindro con GLP	2.57	productivo
Bautista	prueba de hermeticidad para evitar fugas	10.68	productivo
Bautista	traslado del cilindro con GLP al área de cambio de oring.	4.95	improductivo
Bautista	extracción del oring en mal estado	3.71	productivo
Bautista	colocación del nuevo oring para evitar fugas	5.46	productivo
García	colocación del precinto de seguridad del cilindro	5.47	productivo
	tiempo total de actividades productivas	72.64	segundos/balón
	tiempo total de actividades improductivas	4.95	segundos/balón

Tabla N° 3. 19. *Tiempo Promedio Estándar de Actividades Productivas dentro del Proceso de Envasado Periodo 2022*

ESTACIÓN	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	tiempo normal	tiempo estándar
Estación N°1 (E1)	inspección, limpieza y selección de cilindros	10.69	16
Estación N°2 (E2)	pintado, logueado de cilindro vacío	16.45	21
Estación N°3 (E3)	tara, envasado, comprobación de cilindro lleno	20.18	21
Estación N°4 (E4)	prueba de fugas y cambio de oring	19.85	22
Estación N°5 (E5)	colocación del precinto de seguridad	5.47	9
	TIEMPO TOTAL	72.64	89

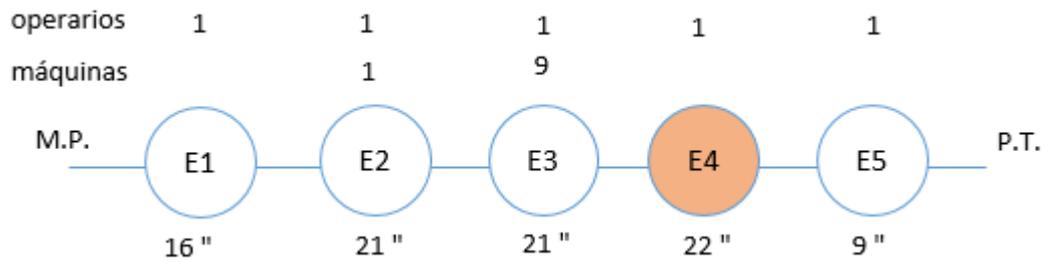


Figura N° 3. 14. Línea de Producción con Tiempos Estándar Propuestos
Periodo 2022

Número de máquinas en la operación (n): 10

Número de estaciones de trabajo (k): 5

Producción calculada con el tiempo con el tiempo de ciclo que genera el cuello de botella.

$$PT = \frac{Tb}{c} \quad (\text{Ecuación 20})$$

$$PT = \frac{28800 \text{ seg/día}}{22 \text{ seg/balón}} = 1310 \text{ balones/día}$$

Cálculo de indicadores de Eficiencia de Línea

Eficiencia de la línea

$$E = \frac{\sum Ti}{nc} \quad (\text{Ecuación 21})$$

$$E = \frac{16 + 21 + 21 + 22 + 9}{22 \times 10}$$

$$E = 0.4045 = 40 \%$$

Tiempo Ocioso

$$H = kc - \sum Ti \quad (\text{Ecuación 22})$$

$$H = 5 \times 22 - (16 + 21 + 21 + 22 + 9)$$

$$H = 21 \text{ segundos/unidad}$$

Tabla N° 3. 20. Costo Unitario de Producción - Periodo 2022

# operadores	salario	beneficios	sub total mensualx operario	Costo semestral mano de obra directa (S/.)
5	1023	521.73	1544.73	46341.9

COSTO UNITARIO MANO DE OBRA POR 124354 BALONES SEMESTRAL	0.37
--	------

PROMEDIO DE PRECIOS UNITARIO (S/.)	80982.17
------------------------------------	----------

CANTIDAD PROMEDIO MÁXIMA TRANSPORTADA (KG)	23150
--	-------

COSTO UNITARIO DE MP POR 23150 KG	3.50
-----------------------------------	------

FLETE TOTAL SOLES POR KILOGRAMO	0.19
---------------------------------	------

COSTO TOTAL UNITARIO DE MATERIA PRIMA POR kg DE GLP	3.69
---	------

COSTO TOTAL UNITARIO DE MATERIA PRIMA POR BALÓN	36.87
---	-------

COSTO TOTAL UNITARIO DE MATERIA PRIMA POR BALÓN SIN IGV	31.25
---	-------

INSUMOS	CAPACIDAD	MONTO (S/.)	RATIO	MONTO POR BALÓN
Pintura Celeste	55 galones	2200	120 balones/galón	0.33
Pintura Blanca "Logo"	5 galones	200	1000 balones/galón	0.04
oring	1000 unidades	38		0.04
precinto	1000 unidades	49.66		0.05

COSTO UNITARIO DE MATERIALES INDIRECTOS	0.46
---	------

COSTO UNITARIO DE MATERIALES INDIRECTOS (SIN IGV)	0.39
---	------

Utilizando la ecuación 1 el costo unitario de producción (C.U.P.) es de s/29.12 x balón de GLP

$$C.U.P. = 0.37 + 31.25 + 0.39 = 32.01$$

Tabla N° 3. 21. Precio de Venta de Cilindro de GLP Lleno Periodo 2022

DETERMINACIÓN PRECIO DE VENTA	S/. /balón
Costo de producción por balón de 10 kg de GLP Envasado sin utilidad	32.01
Utilidad (15%)	4.80
Total costo de Producción por balón de 10 Kg de GLP	36.81
IGV (18%)	6.63
PRECIO DE VENTA	43.44

Empleando la ecuación 2, se determina el Capital de Trabajo (KT):

$$KT = 1310 \text{ balones} \times 32.01 \text{ soles/balón}$$

$$KT = 41933.1 \text{ soles}$$

Nuevo margen de utilidad: s/. 32.01 – s/. 29.12 = s/. 2.89

Producción en el periodo del primer semestre 2022

Producción de acuerdo al semestre (enero 2022 – julio 2022) es de 1310 cilindros envasados en un turno de 8 hora, participando 5 operadores.

Productividad respecto a la mano de obra (MO)

Empleando la ecuación 3:

$$PMO = \frac{1310 \text{ balones/día}}{5 \text{ operadores}} = 262 \frac{\text{balones}}{\text{operario}} \text{ día}$$

262 balones por operario al día.

Productividad respecto a HH trabajadas (HH)

Empleando la ecuación 4:

$$PHH = \frac{1310 \text{ balones/día}}{40 \text{ HH/día}} = 32.75 \frac{\text{balones}}{\text{HH}} \text{ día}$$

33 balones por cada Hora Hombre trabajada al día.

Eficiencia Económica (Ee)

Empleando la ecuación 5:

$$Ee = \frac{1310 \frac{\text{balones}}{\text{día}} \times 43.44 \frac{\text{s/.}}{\text{balón}}}{2.98 \times 13100 \text{ s/.}} = 1.46 \text{ soles}$$

Por cada sol invertido se gana s/.0.46 soles.

Se determina el rendimiento del conjunto bomba – motor.

Empleando la ecuación 11, se determinó el caudal (Q), para 3000 kilogramos envasados en una hora (3600 segundos):

$$Q = \frac{\frac{3000 \text{ kg}}{0.5389 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 1000 \frac{\text{L}}{\text{m}^3}}}{3600 \text{ s}}$$

$$Q = 0.0015 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Calculando el área de la tubería de 2 “cédula 80. con la ecuación 12:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi \times 0.0492^2}{4}$$

$$A = 0.0019 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, calculando la velocidad del fluido. con la ecuación 13:

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{0.0015 \text{ m}^3/\text{s}}{0.0019 \text{ m}^2}$$

$$v = 0.789 \text{ m/s}$$

Empleando la ecuación 14 para hallar el número de Reynolds

$$Re = \frac{v \times D \times \rho}{\mu}$$

$$Re = \frac{(0.789 \text{ m/s}) \times (0.0492 \text{ m}) \times (538.9 \text{ kg/m}^3)}{1430 \times 10^{-7} \text{ Pa.s}}$$

$$Re = 146289 \text{ (Turbulento)}$$

Calculando el factor de fricción de la tubería (f), mediante la ecuación 15

Rugosidad del material de la tubería de GLP

$$\varepsilon = 4.6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

Usando la ecuación de Swamme – Jain

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$
$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{4.6 \times 10^{-5} \text{ m}}{3.7(0.0492 \text{ m})} + \frac{5.74}{146289^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.0214$$

Determinamos las pérdidas por fricción de la tubería y accesorios

$$h_L = \left(0.0214 \times \frac{29.8 \text{ m}}{0.0492 \text{ m}} + 34 \right) \times \frac{(0.789 \text{ m/s})^2}{2 \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)} = 1.888 \text{ m}$$

Reemplazamos los valores hallados para determinar la altura de la bomba de GLP, mediante la ecuación 16. Variación de la presión de los manómetros es de 30 psi = 206843 pascal.

$$h_B = \frac{(P_2 - P_1)}{\rho g} + h_L$$
$$h_B = \frac{\left(206843 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} \right)}{\left(538.9 \text{ kg/m}^3 \right) \left(9.81 \text{ m/s}^2 \right)} + 1.888 \text{ m} = 41.01 \text{ m}$$

Determinamos potencia de la bomba, mediante la ecuación 17:

$$w_B = \rho g h_B Q$$
$$w_B = \left(538.9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times \left(9.81 \text{ m/s}^2 \right) \times \left(41.01 \text{ m} \right) \times \left(0.0015 \text{ m}^3/\text{s} \right)$$
$$w_B = 325.24 \text{ W}$$

Si el motor eléctrico consume 0.102 kw-hr durante 15 minutos (0.25 hr).

Empleamos la ecuación 18:

$$E_E = \frac{E}{t} = \frac{0.102 \text{ kw hr}}{0.25 \text{ hr}} = 0.408 \text{ kw} = 408 \text{ w}$$

Calculamos el rendimiento del conjunto bomba – motor, mediante la ecuación 19:

$$\eta_{bomba} \eta_{motor} = \frac{W_B}{E_E}$$

$$\eta_{bomba} \eta_{motor} = \frac{325.24 \text{ W}}{408 \text{ W}}$$

$$\eta_{bomba} \eta_{motor} = 0.797 = 80 \%$$

El rendimiento del conjunto bomba de GLP y motor luego del rediseño de las tuberías e instalación de las balanzas electro neumáticas es del 80% encontrándose según tabla en un rango aceptable.

Tabla N° 3. 22. IR en Base al Análisis Beneficio/Costo

Costo proyectado anual	
Detalle	
Gastos	
Balanzas electro neumáticas	S/ 56,000.00
Materiales para el rediseño de tuberías	S/ 32,000.00
Mano de obra	S/ 19,000.00
Capacitación del personal	S/ 1,000.00
Gastos generados por mantenimiento	S/ 6,480.00
Depreciación	S/ 3,120.00
Total gastos	S/ 117,600.00

Proyección anual de Ingresos generado por la mejora de procesos de producción	
Detalle	
Ingresos	S/ 17,754,796.80

Índice de retorno	S/ 150.98
--------------------------	-----------

Mediante al análisis beneficio costo por cada sol invertido se tiene un IR de 150.98 soles.

Etapa 7: Formación y Adiestramiento

Con los equipos instalados se capacitó en cada estación de trabajo un colaborador que cumpla con el perfil, se estableció las charlas de 5 minutos diarias y charlas de capacitación mensuales según estipula el artículo 148 del DS 27-94. <<Las plantas envasadoras elaborarán cursillos teórico-práctico, de acuerdo a un programa establecido dirigido al personal que interviene en las operaciones de GLP, así como sobre las normas contenidas en el presente Reglamento, dando énfasis a los siguientes aspectos:

- Principales características físicas y químicas del GLP.
- Comportamiento del GLP ante un siniestro. - Prevención y control de incendios originados por GLP.
- Utilización de agua para emergencia de gas.
- Ubicación de extintores portátiles.
- Sistema de alarma contra incendios.
- Suministros de primeros auxilios principalmente en casos de quemaduras y anoxia ocasionado por GLP.
- Normas de seguridad para el cuidado de artefactos domésticos y similares que funcionen usando como combustible GLP.
- Normas de seguridad en caso de fugas de gas, cambio de cilindros, manejo y finalidad de las válvulas reguladoras de presión, válvulas de paso de los cilindros y de sus dispositivos de seguridad.
- Forma de reconocimiento de la posible ruptura del tanque y que el área sea encerrada.>>

Se planificó un programa de mantenimiento dentro de planta en conjunto con los operadores para un cuidado de los equipos instalados, de tal manera que la empresa Durulsan al no tener una sede estable en Perú, se coordinó una capacitación virtual a todos los operadores con el propósito de atender cualquier mantenimiento correctivo mecánico, ya que su producto no tenía muchos años en el mercado de hidrocarburos peruano.



Figura N° 3. 15. Capacitación de Mantenimiento Preventivo de Balanzas
Durulsan



Figura N° 3. 16. Capacitación de Mantenimiento Correctivo de Balanzas
Durulsan

Etapa 8: Gestión y cuidado del entorno.

Se implementó un programa oportuno de entrega de EPPs para todos los colaboradores y dentro de las charlas de 5 min siempre se hace énfasis al uso correcto de los mismos, de igual manera el cuidado de la manipulación del GLP al ser un material altamente inflamable recurrimos a constantes prácticas con el cuerpo de bomberos N°20 de Huacho, los cuales compartimos experiencias e información con el propósito de garantizar el buen uso del producto terminado en este caso el cilindro lleno de 10 kg (producto más comercial) que llegue seguro al ama de casa y permita al sector aledaño a la planta envasadora tener la garantía de que al igual que nosotros, ellos también están seguros. Por ello que dos veces al año se realiza un simulacro general el cuál hace participe al cuerpo de bomberos, a la PNP de Végueta, a la entidad reguladora OSINERGMIN, y difundimos por medios sociales los simulacros y capacitaciones brindadas por el personal de VAL HIDROCARBUROS SAC en todo el sector del norte chico.



Figura N° 3. 17. Capacitación de propiedades del GLP y uso de extintores – zona de medio mundo Huaura. Tomada de «Pronto Gas Huacho - Primavera», 2021.



Figura N° 3. 18. Simulacro Nivel III de GLP en Planta Envasadora pronto Gas Huaura. Tomada de «36 Tv Huacho - Simulacro en planta envasadora de gas», 2022)



Figura N° 3. 19. Entrevista a Representante de la Planta Envasadora por Emisora radial Maxima Fm de Huacho. Tomada de «Pronto Gas Huacho - Primavera», 2021.



Figura N° 3. 20. Entrenamiento de la Brigada Contra Incendio Junto a Los Bomberos de la Estación N°20 Huacho



Figura N° 3. 21. Práctica de las Brigadas Contra Incendio con los Gabinetes de Manguera Clase II

3.2 Análisis de resultados

Tabla N° 3. 23. Cuadro Resumen de Resultados

INDICADOR	PERIODO 2021	PERIODO 2022	VARIACIÓN
CICLO	34.8 segundos	22 segundos	Disminuyo 37 %
PRODUCCIÓN	826 balones	1310 balones	Aumento 58 %
Productividad respecto a la mano de obra (MO)	138 balones/operario	262 balones/operario	Aumento 89 %
Productividad respecto a HH trabajadas (HH)	17 balones/HH día	33 balones/HH día	Aumento 94%
Eficiencia Económica (Ee)	s/.0.36 por cada sol invertido	s/.0.46 por cada sol invertido	Aumento 28 %
Eficiencia de Línea	38%	40%	Aumentó 2 %
Tiempo Ocioso	43 segundos/unidad	21 segundos/unidad	Disminuyó 51 %
Rendimiento motor – bomba GLP	71%	80%	Aumento un 9 %

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

- La mejora de tiempos permitió optimizar las estaciones de trabajo, disminuir una estación y así también disminuir el tiempo ocioso en la línea de producción a 21 segundos/unidad, este resultado es similar al de Rioja (2020), quien también disminuyó una estación de trabajo y eliminó el tiempo ocioso del proceso de producción. La mejora de tiempos en las estaciones de trabajo requiere más capacitación y adaptación del personal operativo ya que el ritmo de trabajo varió a favor de la empresa y les cuesta seguir un proceso establecido si no se tiene un buen incentivo o al colaborador ubicado en el puesto donde mejor se desarrolle.
- Al mejorar los indicadores de productividad permitió tener cilindros llenos suficientes para la programación de ventas. La producción de envasado de cilindros llenos incrementó en 58%, en comparación al incremento de producción de 15.84 % de Trigos (2019), se aprovechó cada actividad improductiva y la velocidad de envasado debido a las balanzas automáticas favoreció el tiempo y cantidad de envasado.
- La instalación de la línea de GLP y las balanzas electromecánicas permitió optimizar el rendimiento del conjunto motor-bomba de GLP al igual que Gómez (2019) se buscó minimizar la caída de presión, las balanzas se encuentran en un rango aceptable con pie a seguir mejorando ya que las en su diseño trabajan con una presión de GLP entre 13 – 17 bar, y el conjunto motor – bomba brinda como máximo 13 bar.
- Respecto al programa de mantenimiento se va adecuando a nuestra operación y a las normas establecidas por los entes reguladores, se establecieron fechas que no afecte o generen una para en la producción.
- El beneficio/costo generado da pie a seguir invirtiendo en la modernización de la planta envasadora, pero la gerencia general al tener otros negocios relacionados al GLP, programa el monto de inversión de cada negocio en proyectos anuales, limitando las actualizaciones dadas en el periodo deseado.

4.2 Conclusiones

- Mediante el estudio de tiempos y ubicando a los trabajadores en las estaciones donde rinden mejor su trabajo en el proceso de envasado de balones de GLP del 10 Kg. Se redujo el número de personas en la operación sin afectar la demanda de cilindros producidos.
- Teniendo establecido el tiempo y habiendo propuesto mejoras en el método, se logró eliminar desperdicios en la línea de producción como movimientos y desplazamientos innecesarios y tiempos ociosos, mejorando los indicadores de productividad y eficiencia.
- Se logró demostrar que el conjunto máquina – bomba de GLP con los cambios dados tiene un rendimiento Aceptable, permitiendo disminuir pérdidas de carga y llegar al caudal de envasado deseado para la producción requerida.
- Llevar un correcto histórico de mantenimiento evita paradas de planta, un correcto cuidado y mayor vida útil de las máquinas y materiales que están en la planta envasadora.
- Mediante el análisis beneficio/costo se logró determinar que la implementación de las mejoras propuestas genera un IR de 150.98 soles por cada sol invertido.
- Con los datos obtenidos refleja la mejora de la productividad dentro del área de envasado entre los años 2021 y 2022, permitiendo ser más competitivos y brindando seguridad en el mercado peruano.

V. RECOMENDACIONES

- Al área de producción se recomienda dar seguimiento al proceso establecido en envasado, ya que una función depende del logro obtenido por la anterior, premiar sus logros ya que hay puestos que requieren mayores aptitudes y capacidades.
- A la gerencia por lo pronto automatizar las estaciones de trabajo de envasado para incrementar la eficiencia mediante máquinas modernas que disminuyen el porcentaje de desperdicio de materia prima y desgaste físico del trabajador.
- Al área de producción se recomienda solicitar un conjunto motor- bomba más eficiente que permita llegar al rango medio de lo requerido por las balanzas y así incrementar el caudal y velocidad de envasado.
- Coordinar con el área de logística para mantener un buen flujo de adquisición de accesorios y salida de almacén de los mismos para no retrasar la operación durante las fechas que corresponde los mantenimientos.
- A la gerencia se recomienda analizar cualquier planteamiento de mejora ya que por pequeña que parezca siempre van en beneficio de la empresa y sus intereses.

VI. BIBLIOGRAFÍAS

36 Tv Huacho - SIMULACRO EN PLANTA ENVASADORA DE GAS. [en línea], 2022. [Consulta: 14 julio 2022]. Disponible en: <https://fb.watch/hln71dFKvk/>.

AQUILANO, C. J. (2005). Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva. México: MCGRAW HILL INTERAMERICANA.

ESCALANTE VÁSQUEZ, E. J. (2005). Seis - Sigma Metodología y Técnicas. México - Limusa.

FREIVALDS, B. W. (2009). Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: Mc Graw Hill.

GARCÍA CRIOLLO, R. (2005). Estudio del Trabajo. México: McGraw - Hill Interamericana.

INDECOPI. (2004). Norma Técnica Peruana – Requisitos de Fabricación de Balones de GLP. Perú: Indecopi.

LUQUE CASANAVE MANUEL. (2011). Análisis Técnico, Económico y Normativo de la Reducción del Precio de los Balones de GLP. Perú: CEPADESA. - Neira, A. C. (2003). Técnicas de Medición del Trabajo. Madrid: FUNDACIÓN CONFEMETAL

MOTT, R. L. (2006). Mecánica de fluidos (6a. Ed., 1a. Reimp.). México: pearson educacion.

MOTT, R.L. y UNTENER, J.A., 2015. *Mecánica de Fluidos* [en línea]. 7ma Edición. S.l.: Pearson education. [Consulta: 14 agosto 2022]. ISBN 978-607-32-3288-3. Disponible en: https://www.academia.edu/43741728/Mecanica_de_Fluidos_7a_ed_Mott

OSINERG. (2006). La Organización Económica de la Industria de Hidrocarburos en el Perú: La comercialización del GLP envasado. Lima - Perú: Oficina de Estudios Económicos - OSINERG.

OSINERGMIN, 2016. *Establecen disposiciones relacionadas a la información al consumidor de cilindros de GLP* [en línea]. 14 noviembre 2016. S.l.: s.n. [Consulta: 18 junio 2022]. Disponible en: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/Resolucion%20de%20Consejo%20Directivo%20OSINERGMIN%20252-2016-OS-CD.pdf.

ORTEGA, R., & VÍLCHEZ, M. K. (2012). Tesis "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, Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Pérdidas de carga localizadas o en accesorios. [en línea], 2017. [Consulta: 20 julio 2022]. Disponible en: <https://www.hidraulicafacil.com/2017/07/perdida-de-carga-localizada-o-en.html>.

PETROPERÚ, 2019. *Ficha de Datos de Seguridad - GLP* [en línea]. 2019. S.l.: s.n. [Consulta: 23 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.petroperu.com.pe/Docs/spa/files/productos/fds-glp.pdf>.

Producción del GLP. [en línea], 2010. [Consulta: 10 agosto 2022]. Disponible en: <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/pages/GFH/1432.htm>.

Productividad. [en línea], 2014. [Consulta: 31 agosto 2022]. Disponible en: https://tododelibros.blogspot.com/2014/07/calidad-productividad-y-competitividad_9477.html.

Pronto Gas Huacho - Primavera. [en línea], 2021. [Consulta: 27 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.facebook.com/profile.php?id=100064170254294>.

Propiedades y características del GLP - OSINERGMIN. [en línea], 2011. [Consulta: 15 junio 2022]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/rgrados/propiedades-y-caractersticas-del-glp-9166571>.

Regulador normal VS Regulador Premium. [en línea], 2021. [Consulta: 23 agosto 2012]. Disponible en: <https://www.lacasadelgas.com/2021/05/06/regulador-normal-vs-regulador-premium/>.

Rioja Vilchez, V.G., 2020. *REDISEÑO DEL PROCESO DE ENVASADO DE GLP PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA SIPÁN GAS E. I. R. L.* Chiclayo: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.

Salazar López, B., 2019. Eficiencia Global de los Equipos (OEE). [en línea]. [Consulta: 23 junio 2022]. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-oe/>.

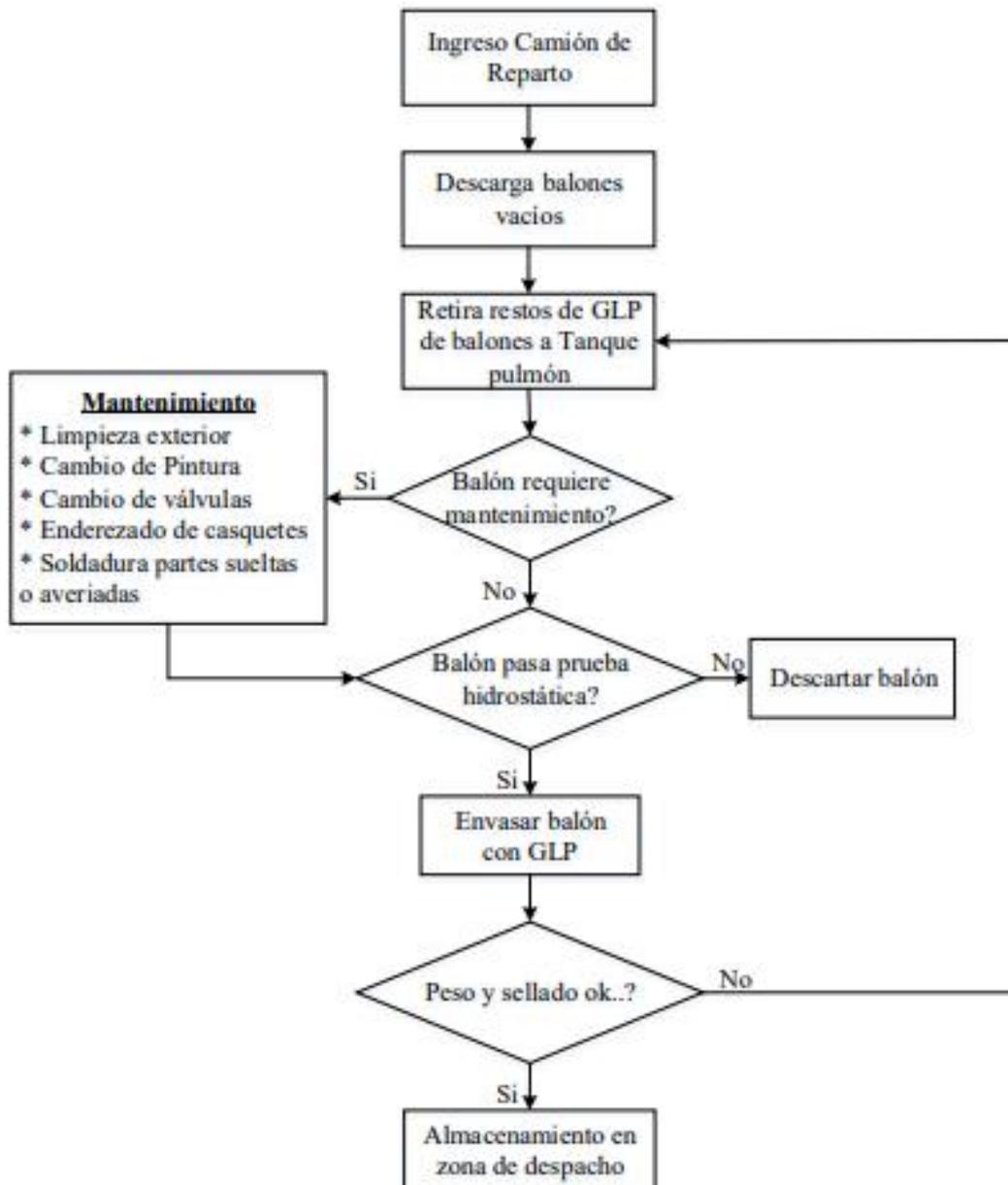
TPM – Mantenimiento productivo total. [en línea], 2022. [Consulta: 24 agosto 2022]. Disponible en: <https://leanmanu.com/tpm/>.

Tub shc40. [en línea], 2018. [Consulta: 23 agosto 2022]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/EverZanabria1/tub-shc40>.

Vásquez Cordano, A., De La Cruz, R., Coello, F. y Lloqclle, J., 2017. Análisis del mercado de GLP para dos regiones del Perú: Lima y Lambayeque. [en línea]. Magdalena del Mar: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería del Perú - Osinergmin. [Consulta: 20 julio 2022]. Gerencia de Políticas y Análisis Económico, Documento de Trabajo No 39. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1396062/Documento%20de%20Trabajo%2039.pdf?v=1603323695>.

ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de flujo del proceso de envasado



Anexo 2. Tabla de dimensiones de tubería de acero para gas

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA PARA CONDUCCIÓN DE AGUA, GAS Y AIRE NMX-B-177																
DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR		ESPESOR		CÉD	PESO EXT. LISO		PESO POR TUBO (kg.)		TUBOS/TON	PRESIÓN DE PRUEBA ASTM-A-53-A		SISTEMA PARA EMPACAR peso por paquete			
	pulg.	mm.	pulg.	mm.		lb./pie	kg/m.	extr. liso	siroca y cople		lb./pulg. ²	kg./cm. ²	Tubos/Paq.	kg.	lb.	
1/2	13	0.840	21.3	0.109	2.77	40	0.85	1.27	8.13	8.20	123	700	50	127	1033	2277
				0.147	3.73	80	1.09	1.62	10.37	10.44	97	850	60	127	1317	2903
3/4	19	1.050	26.7	0.113	2.87	40	1.13	1.69	10.82	10.92	93	700	50	127	1374	3029
				0.154	3.91	80	1.47	2.20	14.08	14.12	71	850	60	127	1781	3926
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	40	1.68	2.50	16.00	16.16	63	700	50	91	1456	3210
				0.179	4.55	80	2.17	3.24	20.74	20.90	48	850	60	91	1887	4160
1 1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	40	2.27	3.39	21.70	21.90	46	1200	85	61	1975	4354
				0.191	4.85	80	3.00	4.47	28.61	28.81	35	1800	127	61	1745	3847
1 1/2	38	1.900	48.3	0.145	3.68	40	2.72	4.05	25.92	26.20	39	1200	85	91	2359	5201
				0.200	5.08	80	3.63	5.41	34.62	34.90	29	1800	127	61	2112	4656
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	40	3.65	5.44	34.82	35.28	29	2300	162	61	2124	4683
				0.218	5.54	80	5.02	7.48	47.87	48.34	21	2500	176	32	1532	3377
2 1/2	64	2.875	73.0	0.203	5.15	40	5.79	8.63	55.23	56.28	18	2500	176	37	2041	4500
				0.160	4.06	NX	4.64	6.91	44.23	45.35	22	1950	137	37	1637	3609
3	76	3.500	88.9	0.216	5.49	40	7.58	11.29	72.26	73.78	14	2220	156	19	1373	3027
				0.170	4.32	NX	6.05	9.01	57.66	59.19	17	1930	136	19	1096	2416
4	102	4.500	114.3	0.237	6.02	40	10.79	16.07	102.85	104.82	10	1900	134	19	1953	4308
				0.168	4.78	NX	8.66	12.91	82.62	84.48	12	1500	105	19	1568	3457

Fuente: Tomada de «Tub shc40», 2018.

Anexo 3. Tabla de coeficientes de accesorios

Tabla 1. Coeficientes de accesorios (CONAGUA, 2002)

Pieza, conexión o dispositivo	K _c
Rejilla de entrada	0.80
Válvula de pie	3.00
Entrada cuadrada	0.50
Entrada abocinada	0.10
Entrada de borda o reentrada	1.00
Ampliación gradual	0.30
Ampliación brusca	0.20
Reducción gradual	0.25
Reducción brusca	0.35
Codo corto de 90°	0.90
Codo corto de 45°	0.40
Codo largo de 90°	0.40
Codo largo de 45°	0.20
Codo largo de 22° 30'	0.10
Tee con flujo en línea recta	0.10
Tee con flujo en ángulo	1.50
Tee con salida bilateral	1.80
Válvula de compuerta abierta	5.00
Válvula de ángulo abierta	5.00
Válvula de globo abierta	10.0
Válvula alfallera	2.00
Válvula de retención	2.50
Boquillas	2.75
Controlador de gasto	2.50
Medidor Venturi	2.50
Confluencia	0.40
Bifurcación	0.10
Pequeña derivación	0.03
Válvula de mariposa abierta	0.24

Fuente: Tomado de «Pérdidas de carga localizadas o en accesorios», 2017.

Anexo 4. Programa de mantenimiento. Check list de planta

REGISTRO DE INSPECCIÓN SEMANAL

RAZÓN SOCIAL: VAL HIDROCARBUROS SAC

DIRECCION: CARRET. PAN. NORTE KM 160.5 - VEGUETA - HUAURA - HUAURA

MES: _____

ZONA	N°	ACTIVIDAD	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
SCI	1	Inspección de operatividad del Sistema Contra Incendio, modo manual y automático.					
	2	Inspección de las baterías de arranque del motor de combustión interna del sistema contraincendio					
	3	Inspección de la bomba jockey					
	4	Inspección del correcto funcionamiento del tablero de control de arranque automático de la bomba contraincendio					
	5	Bomba de SCI: Visualmente verifique fugas. Verifique la lubricación (nivel). Ajuste las glándulas para mantener un goteo apropiado en la empaquetadura. Verifique manualmente la temperatura de la caja de rodamientos para detectar una elevación anómala de la temperatura.					
	6	SCI: Inspección de válvula diluvio.					
TANQUES	7	Inspección de mangueras de trasiego (capuchones puestos, buen estado de sus extremos y conectores, sin dobleces, sin grietas, que estén ubicadas en su lugar)					
	8	Inspección de las válvulas de seguridad en las líneas de GLp (no presente fugas en su base, cuenten con su capuchon, no presenten deterioro o abolladura)					
PLATAFORMA	9	Inspección de las balanzas de envasado, tara, repesado, estén operativas y en buen estado, y su respectivo conexión puesta a tierra					
	10	Inspección con las pesas patrón de 10 kgs, 25 kgs					
	11	Inspección de las mangueras y múltiples de llenado de GLp: rajaduras, fugas, buen estado					
CONTROLES REMOTOS	12	Inspección de pulsadores de corte de energía					
	13	Inspección de pulsadores de activación del sistema contraincendio					
	14	Inspección de pulsador de activador de cierre neumático de válvulas internas de tanques estacionarios y cierre de emergencia					
	15	Inspección del detectador de presencia de GIP en plataforma y tanques estacionarios y su respectiva alarma sonora					
	16	Inspección de las alarmas de sonoras en caso de incendio y emergencias					
OTROS	17	Inspección de las cámaras de vigilancia de planta: ubicación, enfoque					
	18	Inspección de la operatividad del grupo electrógeno					
	19	Inspección de los reflectores alrededor de planta					
	20	Inspección y limpieza de los almacenes de planta (3) y vestuario de operaciones (1)					

OBSERVACIONES: _____

REALIZADO POR: _____

PLANTA _____

Anexo 5. Certificado de las balanzas Durulsan



IEP ENERGY PETROLEUM INSTITUTE



[13] Schedule

[14] Certificate Nr : IEP 11 ATEX 064

[15] Description of Equipment Protective System

The Electronic Filling Scale EFS xx - 045 series are used to fill the required capacity gas which get in get in from gas pump 15 bar to the cylinder .

The Electronic Filling Scale EFS xx - 045 series are designed on the platforms in cylinder filling plant on carousel system , on chasis , fixed to the ground in straight ground .

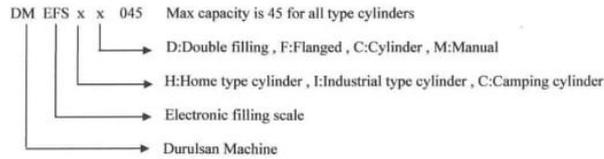
For Electronic Filling Scale system is used in different filling head apparatus.

The Ex-proved electrical and non-electrical equipment and apparatus of Electronic Cylinder Filling and their location in defined hazardous areas are specified in "List of the Basic Sub-assemblies and Elements of the Electronic Filling Scale EFS xx - 045 series – Component list of mechanical equipment list date 23.05.2011 and Component list of electrical equipment date 23.05.2011.

[16] Description of Equipment or Protective System ; EFS xx - 045 series

Technical Data And System	Technical specifications	Types
Filling Capacity Max/min Kg	45 / 2	DM-EFS HD - 045
Filling Sensibility gr	50	DM-EFS HF - 045
Weight Sensibility gr	100	DM-EFS HC - 045
Air pressure	5-8 Bar	DM-EFS HM - 045
Gas pressure	13-17 Bar	DM-EFS CC - 045
Power supply	230 V AC 1 A, 12 V DC 4 A	DM-EFS IM - 045
Ambient temperature T _A	0 °C ≤ T _A ≤ +50 °C	

Product Code System of EFS xx - 045 series of Electronic Filling Scale



[17] Special conditions for safe use : The installation and the operation of the EFS xx - 045 series Electronic Filling Scale have to confirm to the relevant national regulations.

[18] Essential Health and Safety Requirements :

18.1 Are included in standards , which are mentioned in clause (9) of this certificate. The products was approved in accordance with above mentioned standards and manufacturer's instruction.

18.2 At the installation and the operation of the EFS xx - 045 Electronic Filling Scale series have to be observed manufacturer's user manuel date 23.05.2011.

Responsible person :
Nurettin TERZIOĞLU
Head of certification body

IEP Uluslar Arası Enerji Petrol Gözetim , Sertifikasyon ve Teknik Hizmetler Organizasyonu Tic. Ltd. Sti.
MTK Sitesi 5746/1 Sok. No:9 K:2 Camdibi – IZMIR / TURKEY Tel : +90 232 431 17 45 46 & Fax : +90 232 431 17 30
Number of Pages : 2 / 4

This certificate is granted subject to the general conditions of the IEP Energy Petroleum Institute.

Anexo 6. Equipo encargado de la instalación de las mejoras de planta

