



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA MRP PARA DISMINUIR COSTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CILINDROS DE OXÍGENO INDUSTRIAL DE 10M3 EN LA EMPRESA OXYMAN COMERCIAL S.A.C.”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Alejandro Morales Fernandez

Asesor:

Ing. Rafael Castillo Cabrera

Trujillo - Perú

2020

## DEDICATORIA

A nuestro Padre Celestial por darme la vida y la oportunidad de realizar mis metas.

A mi madre -----:

Por todo su apoyo durante mi formación profesional y por saber guiar mis pasos por el camino correcto.

A mi hermano -----:

Por confiar en mi decisión de estudiar esta carrera y permanecer siempre conmigo en toda circunstancia de mi vida.

## AGRADECIMIENTO

A nuestro Padre Celestial, por permitirme culminar satisfactoriamente este estudio de investigación.

Agradezco al Ing. Rafael Castillo Cabrera, por haberme asesorado y brindado el apoyo necesario para la dirección de esta tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN.	7
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	26
CAPÍTULO III: RESULTADOS	87
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	93
REFERENCIAS	97
ANEXOS	99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Paradas imprevistas en la empresa Oxyman Comercial S.A.C.....	12
Tabla 2 Demanda insatisfecha de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. ....	12
Tabla 3 Causas raíz de las áreas de estudio de acuerdo a su nivel de significancia.....	35
Tabla 4 Indicadores de las causas raíces priorizadas.....	37
Tabla 5 L.C. por demanda insatisfecha de cilindros de oxígeno .....	38
Tabla 6 Pérdida directa por cilindros devueltos .....	39
Tabla 7 Pérdida mensual por falta de un plan de producción .....	41
Tabla 8 Demanda histórica de los cilindros.....	42
Tabla 9 Pronóstico de los cilindros .....	43
Tabla 10 Características de los cilindros .....	43
Tabla 11 Plan Maestro de Producción (PMP) .....	43
Tabla 12 Cantidad de materiales para el cilindro de oxígeno.....	44
Tabla 13 Maestro de Materiales .....	44
Tabla 14 Requerimiento planificado del cilindro de oxígeno.....	45
Tabla 15 Plan de Requerimientos de Material (MRP) del cilindro.....	45
Tabla 16 Plan de Requerimientos de Material (MRP) del oxígeno .....	45
Tabla 17 Plan de Requerimientos de Material (MRP) de la válvula .....	46
Tabla 18 Plan de Requerimientos de Material (MRP) del Termoencogible .....	46
Tabla 19 Órdenes de aprovisionamiento .....	47
Tabla 20 Pérdidas monetarias antes y después de la implementación del MRP.....	48
Tabla 21 Pérdidas por el inadecuado control en la estación de envasado de los cilindros de oxígeno de 10m <sup>3</sup> .....	50
Tabla 22 Costo de mano de obra .....	52
Tabla 23 Pérdidas por la presencia de personal no capacitado .....	53
Tabla 24 Pérdida monetaria total por ausencia de capacitación del personal .....	55
Tabla 25 Perfil de Puesto del operario de la estación de envasado.....	56
Tabla 26 Análisis del operario de la estación de envasado.....	57
Tabla 27 Análisis del operario de la estación de envasado.....	58
Tabla 28 Evaluación de Desempeño del primer operario de la estación de envasado .....	60
Tabla 29 Evaluación de Desempeño del segundo operario de la estación de envasado .....	61
Tabla 30 Ponderación de factores para la Evaluación de Desempeño.....	62
Tabla 31 Puntaje y calificación de los trabajadores.....	62
Tabla 32 Diseño del programa de capacitación .....	63
Tabla 33 Cartilla del módulo 1 de capacitación .....	64
Tabla 34 Cartilla del módulo 2 de capacitación .....	64
Tabla 35 Cartilla del módulo 3 de capacitación .....	65
Tabla 36 Pérdidas monetarias antes y después de la capacitación del personal .....	66
Tabla 37 Pérdidas monetarias por falta de mantenimiento preventivo del compresor .....	68
Tabla 38 Pérdidas monetarias por falta de mantenimiento preventivo del vaporizador .....	71
Tabla 39 Pérdida monetaria total por ausencia de un plan de M.P.....	73
Tabla 40 Hoja de información del compresor .....	74
Tabla 41 Hoja de información del evaporizador .....	74
Tabla 42 Matriz de criticidad del compresor.....	75
Tabla 43 Matriz de criticidad del evaporizador .....	75
Tabla 44 Diagrama RCM II.....	78
Tabla 45 Hoja de decisión RCM II para el compresor .....	79
Tabla 44 Hoja de decisión RCM II para el evaporizador .....	79
Tabla 47 Diseño del plan de mantenimiento preventivo .....	80
Tabla 48 Pérdidas monetarias antes y después del plan de mantenimiento preventivo .....	81
Tabla 49 Inversión de la Gestión Estratégica de Operaciones.....	82
Tabla 50 Inversión de la Gestión de Talento Humano .....	82
Tabla 51 Inversión de la Gestión de Mantenimiento Preventivo.....	83
Tabla 52 Beneficio de la propuesta de mejora para CR4P .....	83
Tabla 53 Beneficio de la propuesta de mejora para CR1P .....	84
Tabla 54 Beneficio de la propuesta de mejora para CR3P .....	84
Tabla 55 Estado de resultados y flujo de caja.....	85
Tabla 56 Indicadores económicos (VAN, TIR Y PRI).....	86
Tabla 57 Indicadores económicos (B/C) .....	86
Tabla 58 Pérdida actual vs pérdida después de la mejora.....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama Ishikawa del área de producción de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. ....	14
Figura 2. Planificación de los requerimientos de materiales .....	24
Figura 3. Cisterna de transporte del oxígeno.....	30
Figura 4. Tanque elevado de oxígeno.....	31
Figura 5. Vaporizador.....	31
Figura 6. Compresor.....	32
Figura 7. Zona de envasado .....	32
Figura 8. Diagrama de Operaciones del Proceso de los cilindros.....	33
Figura 9. Diagrama Ishikawa del área de producción de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. ....	34
Figura 10. Diagrama Pareto de las causas raíz del área de producción y logística .....	36
Figura 11. L.C. mensual a causa de la presencia de demanda insatisfecha .....	39
Figura 12. Pérdida directa mensual a causa de devolución de cilindros .....	40
Figura 13. Pérdida indirecta mensual a causa de devolución de cilindros .....	40
Figura 14. Lucro cesante mensual a causa de devolución de cilindros .....	40
Figura 15. Pérdida mensual a causa de devolución de cilindros.....	41
Figura 16. Pérdida por cada factor que ocasiona la falta de un plan de producción .....	41
Figura 17. Demanda histórica de los cilindros de oxígeno de 10m3 .....	42
Figura 18. Árbol de producto del cilindro de oxígeno .....	43
Figura 19. Pérdida directa 1 a causa de la ausencia de capacitación.....	51
Figura 20. L.C. 1 a causa de la ausencia de capacitación.....	51
Figura 21. Pérdida 1 mensual a causa de la ausencia de capacitación .....	52
Figura 22. Pérdida directa 2 a causa de la ausencia de capacitación.....	54
Figura 23. L.C. 2 a causa de la ausencia de capacitación.....	54
Figura 24. Pérdida directa 2 a causa de la ausencia de capacitación.....	55
Figura 25. Pérdida por cada factor que ocasiona la ausencia de capacitación del personal.....	55
Figura 26. Pérdida directa a causa de la ausencia de un plan de M.P. para la compresora .....	69
Figura 27. Pérdida indirecta a causa de la ausencia de un plan de M.P. para la compresora.....	69
Figura 28. Lucro cesante a causa de la ausencia de un plan de M.P. para la compresora .....	69
Figura 29. Pérdida mensual a causa de la ausencia de un plan de M.P. para el compresor.....	70
Figura 30. Pérdida directa a causa de la ausencia de un plan de M.P. para el vaporizador .....	72
Figura 31. Pérdida indirecta a causa de la ausencia de un plan de M.P. para el vaporizador .....	72
Figura 32. Lucro Cesante a causa de la ausencia de un plan de M.P. para el vaporizador .....	72
Figura 33. Pérdida mensual a causa de la ausencia de un plan de M.P. para el vaporizador.....	73
Figura 34. Pérdida por cada factor que ocasiona la ausencia de un plan de M.P. ....	73
Figura 35. Árbol de fallas 1 para el compresor .....	76
Figura 36. Árbol de fallas 2 para el compresor .....	76
Figura 37. Árbol de fallas 1 para el evaporizador.....	77
Figura 38. Árbol de fallas 1 para el evaporizador.....	77
Figura 39. Pérdida actual y pérdida después de la implementación de la Gestión Estratégica de Operaciones....	88
Figura 40. Pérdida actual y pérdida después de la implementación de la Gestión de Talento Humano. ....	89
Figura 41. Pérdida actual y pérdida después de la implementación de la Gestión de M.P.....	89
Figura 42. Comparación de pérdidas y beneficios de cada área .....	90
Figura 43. Valores actuales y valores meta de la propuesta de Gestión Estratégica de Operaciones.....	91
Figura 44. Valor actual y valor meta de la propuesta de Gestión de Talento Humano .....	91
Figura 45. Valores actuales y valores meta de la propuesta de Gestión de Mantenimiento Preventivo.....	92

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general determinar el impacto de la aplicación de la metodología MRP sobre los costos en la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> en la Empresa OXYMAN COMERCIAL S.A.C.

En primer lugar, se realizó un estudio y análisis de la situación actual del área de producción de la empresa, dando como resultado que en el área de producción se generan pérdidas económicas de S/. 52,603.36 mensuales. Por un lado, con la implementación de la metodología de Gestión Estratégica de Operaciones utilizando la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) como herramienta, se redujeron las pérdidas económicas mensuales de S/. 17,198.57 a S/. 2,728.43. Por otro lado, con el desarrollo de la metodología de Gestión de Talento Humano basada en un plan de capacitación se logró disminuir las pérdidas monetarias mensuales de S/. 11,741.84 a S/. 2,029.22. En último lugar, con el desarrollo de la metodología de Gestión de Mantenimiento Preventivo basada en un plan de mantenimiento preventivo se logró reducir las pérdidas monetarias mensuales de S/. 23,662.96 a S/. 4,751.51.

Posteriormente, a través de indicadores como VAN, TIR, B/C y PRI se obtuvieron valores de S/. 34,968.38, 72.02%, 1.04 y 2.8 respectivamente lo que indica que la propuesta es factible y rentable.

**Palabras claves:** Costos Operativos, Gestión Estratégica de Operaciones, Gestión de Talento Humano, Gestión de Mantenimiento Preventivo.

# CAPÍTULO I

# INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad problemática

El oxígeno, gas que hace posible la vida y es indispensable para la combustión, constituye más de un quinto de la atmósfera (21% en volumen, 23% en peso). Este gas es inodoro, incoloro y no tiene sabor. A presión atmosférica y temperaturas inferiores a -183°C, es un líquido ligeramente azulado, un poco más pesado que el agua. Todos los elementos (salvo gases inertes) se combinan directamente con él, usualmente para formar óxidos, reacción que varía en intensidad con la temperatura. (INDURA, s.f.).

Por otro lado, la Real Farmacopea Europea cuya normativa ha sido elaborada por la Dirección Europea de Calidad de los Medicamentos (EDQM) que forma parte del Consejo de Europa, considera que el oxígeno producido in-situ al 93% (y que puede llegar hasta un 95%) por generadores es perfectamente válido para el uso humano, siempre que se mantengan unos niveles de control y seguimiento para que la pureza de ese oxígeno nunca baje, situación que gracias a los nuevos instrumentos de medición paramagnética, nunca sucede y si ocurre, dicho medidor enviaría una señal a una válvula que cortaría el suministro del oxígeno a red para entrar en uso el oxígeno de emergencia.

La presencia de oxígeno en una muestra gaseosa se puede reconocer debido al cambio de color de una solución acuosa alcalina de pirogalol de incoloro a marrón, al burbujear dicha muestra en ella debido a la reacción entre oxígeno y pirogalol. Este mismo principio, se puede usar para determinar el porcentaje de oxígeno en un volumen de muestra gaseosa, aunque hoy se emplea métodos analíticos más seguros como el que se basa en la oxidación de cobre en soluciones de cloruro de amonio amoniacal. El uso de sensores electroquímicos también es posible, si se hallan adecuadamente calibrados y su señal eléctrica compensada ante cambios en la temperatura del gas. (Tarazona, F., 2020).

Según la Defensoría del Pueblo, la producción de oxígeno en gran volumen tiene dos empresas que comparten el mercado: Linde Praxair que tiene entre el 82% al 85% de

producción y Air Products que tiene entre el 15% y 18%. Ambas empresas producen oxígeno industrial para el sector metalúrgico (su principal destinatario) y oxígeno medicinal para las necesidades sanitarias, en segundo término. Estas necesidades sanitarias actualmente son, como hemos visto, tanto de los establecimientos de salud, como de la población en general. Esta distinción se refleja en la preferencia de producción: las empresas prefieren a los clientes industriales para su producción, debido a que la continuidad del servicio, el volumen transado y la larga duración de los contratos, otorgan mayor estabilidad a sus ingresos.

La prevalencia del mercado de oxígeno industrial sobre el medicinal no solo se da desde el punto de vista del ofertante, sino también de las industrias que lo demandan, siendo estas claves para la economía nacional. Nos referimos a las industrias metalmeccánica y minera que requieren del oxígeno industrial para realizar sus actividades productivas. Para contextualizar, el tamaño de las industrias que hacen uso del oxígeno industrial es considerable si vemos que en el año 2017 la industria metalmeccánica representó el 1.7% del PBI anual<sup>41</sup>, mientras que en el año 2018 la industria minera representó el 10% del PBI anual (Defensoría del Pueblo, 2020).

OXYMAN S.A.C. es una empresa industrial netamente peruana, productora y distribuidora de gases industriales y medicinales, comprometida con el desarrollo industrial de nuestro país, siendo una prioridad la protección a la salud y seguridad de los empleados y clientes, así como el constante compromiso con el cuidado del medio ambiente. Inició sus operaciones en el sur del país el 11 de mayo del 2000, en la ciudad de Arequipa, con inversiones de capitales peruanos en equipos, tecnología y recursos humanos, permitiendo de esta manera participar y contribuir al desarrollo de nuestra región y del país. Empresa dedicada a la producción, distribución y venta de oxígeno gaseoso industrial.

La empresa trabaja con pedidos anticipados o incluso se realiza la venta el mismo día porque dicha empresa tiene producto terminado en el almacén, por otro lado, cuenta con una línea de producción donde se realiza el proceso de fabricación de una bancada, que consiste en 30 cilindros de oxígeno de 10 m<sup>3</sup>, toma lugar con la recepción del líquido de oxígeno que es transportada en una cisterna desde Arequipa hasta Trujillo por el proveedor, cuando éste se encuentra situado dentro de planta de producción se empieza a realizar el llenado al tanque elevado el cual tiene una capacidad de 16 toneladas de líquido de oxígeno, por con siguiente se realiza la verificación de la conexión de las mangueras hidráulicas a cilindros y a su vez la de la presión de salida del oxígeno gaseoso a procesar, todo lo mencionado sirve como prevención antes de comenzar con la vaporización del líquido de oxígeno almacenado, luego pasa por un compresor que se encargará de convertir el líquido de oxígeno a oxígeno gaseoso, ambos procesos (vaporización y comprimido) se realizan constantemente. Luego se procede al envasado mediante un manifold, que consiste en una conexión de 30 mangueras, dichas mangueras estarán enlazadas a los 30 cilindros para llevar a cabo el envasado del oxígeno industrial. Concluyendo el proceso se realiza el etiquetado de las fichas técnicas para cada cilindro, después se desconecta las mangueras hidráulicas y se coloca los precintos termoencogibles.

Actualmente la empresa afronta altos costos operativos en el área de producción ocasionando pérdidas económicas. Se observaron bajo rendimiento productivo de los operarios, asimismo en la estación de envasado de los cilindros de 10m<sup>3</sup> de oxígeno mermas innecesarias.

Asimismo, se identificaron presencia de válvulas defectuosas en el almacén de la empresa lo que provoca pérdida de dinero para la empresa debido a que deben volver a realizar el

pedido de válvulas. Cabe mencionar que se identificó paradas imprevistas del compresor y del vaporizador, lo que provoca pérdida de dinero y tiempo para la empresa.

Tabla 1  
*Paradas imprevistas en la empresa Oxyman Comercial S.A.C.*

Año	Mes	N° de paradas	
		Compresor	Vaporizador
2019	Octubre	8	7
	Noviembre	6	4
	Diciembre	8	6
2020	Enero	5	4
	Febrero	9	12
	Marzo	8	7
	Abril	12	10
<b>Promedio</b>		8	7
<b>Total</b>		56	50

Fuente: Empresa Oxyman Comercial S.A.C.

Por otro lado, la empresa calcula la cantidad a producir de manera empírica, no llegando a producirse la cantidad necesaria para satisfacer la demanda de parte de los clientes generando la presencia de demanda insatisfecha.

Tabla 2  
*Demanda insatisfecha de la empresa Oxyman Comercial S.A.C.*

Año	Mes	Demanda (Cilindros)	Producción	Demanda Insatisfecha
2019	Octubre	1202	801	401
	Noviembre	600	400	200
	Diciembre	1037	691	346
2020	Enero	972	648	324
	Febrero	1242	828	414
	Marzo	690	460	230
	Abril	1232	821	411
<b>PROMEDIO</b>		996	664	332
<b>TOTAL</b>		6974	4649	2325

Fuente: Empresa Oxyman Comercial S.A.C.

Finalmente, se observaron traslados innecesarios por parte de los trabajadores de la empresa del área de producción, especialmente de la estación de envasado. Identificándose la causa raíz la inadecuada distribución del área de producción

Por lo descrito con anterioridad, se presenta el siguiente estudio titulado: “APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA MRP PARA DISMINUIR COSTOS EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE CILINDROS DE OXIGENO INDUSTRIAL DE 10M<sup>3</sup> EN LA EMPRESA OXYMAN COMERCIAL S.A.C.”

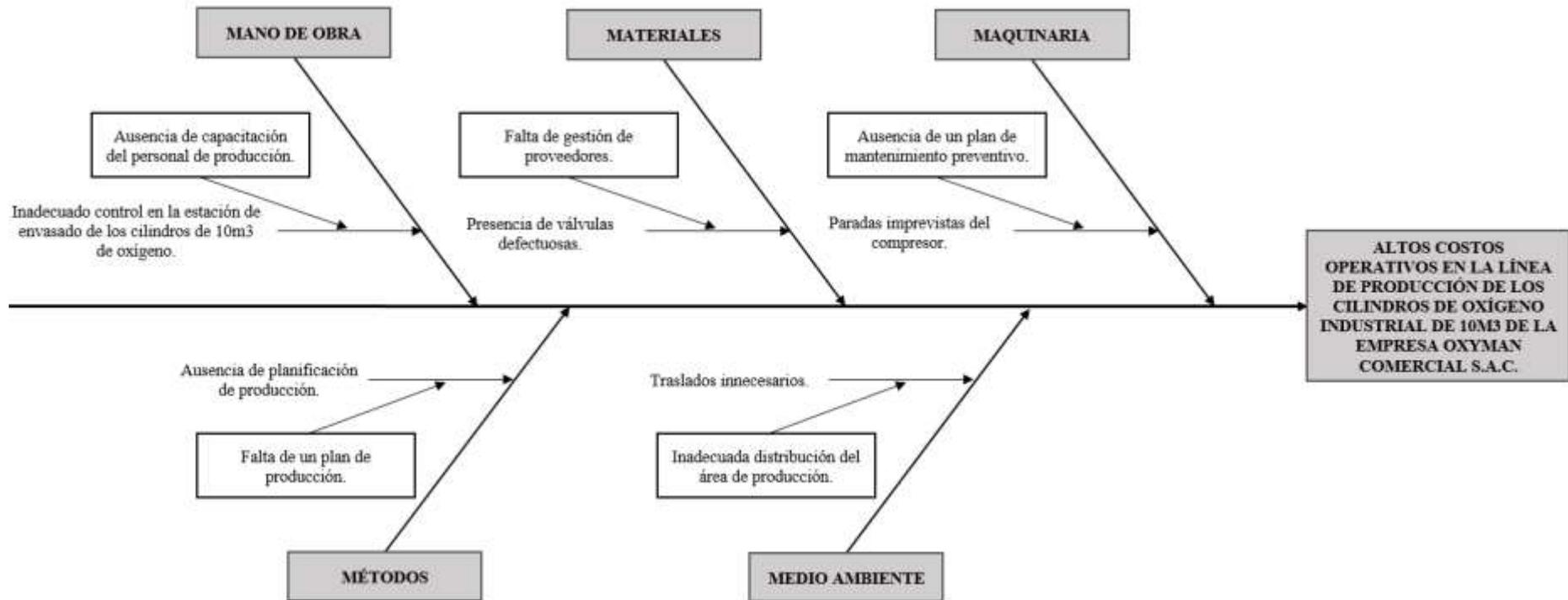


Figura 1. Diagrama Ishikawa del área de producción de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. Fuente: Elaboración propia.

## 1.2. Antecedentes

### ▪ Antecedentes internacionales

**“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA INDURA ECUADOR S.A.”** Trabajo de grado para obtener el Título de Ingeniero Industrial elaborada por Burgos Barzola Juan Sofío en la Universidad de Guayaquil. Ecuador 2011.

Indura actualmente cuenta con una planta para la producción de oxígeno, acetileno y nitrógeno. El objetivo de la presente tesis de grado es reducir tiempo de paradas por revisión de cilindros en el taller de mantenimiento Test Shop de la Compañía Indura Ecuador S.A., mediante la aplicación de la Teoría de las Restricciones (TOC). Para analizar la situación actual de empresa, se han utilizado herramientas tales como diagrama de Ishikawa y de Pareto, con los cuales se detectó el principal problema consiste en la demora en la realización de la prueba hidrostática por contar con un sistema probador obsoleto el incremento en la realización del ensayo y contar con dos operadores en el área cuyo efecto es la baja eficiencia en la revisión de cilindros en el Test Shop. Se presenta como propuesta para enfrentar el problema la aplicación de la Teoría de las Restricciones (TOC), dando como solución la adquisición de un sistema automático para realizar las pruebas hidrostáticas, la compra de durómetro, equipo de prueba de adherencia de pintura, sistema de pintado, cámara de pintura y el arreglo y adecuación general del piso en el Test Shop, con la finalidad de incrementar en un 30.42% la realización de la prueba hidrostática es decir de 355 cilindros a 463 cilindros mensuales para evitar tiempo excesivo de paradas de cilindros y contar con cilindros aptos para el llenado. La presente investigación nos sirve como antecedente porque nos enseña que se debe dar prioridad a la ejecución de la solución planteada para un crecimiento de la empresa, con el fin de incrementar la eficiencia en el revisado de cilindros en el Test Shop, para lograr satisfacer al cliente interno y externo.

**“GESTIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO DE GLP (GAS LICUADO DE PRETRÓLEO) EN EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS”**. Trabajo elaborado por Marvin Rafael Del Valle González en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 2018.

El presente trabajo tiene como objetivo de esta investigación es gestionar un programa de mantenimiento para plantas de almacenamiento y envasado en el Ministerio de Energía y Minas (MEM). En la investigación se realizaron entrevistas no estructuradas a varias personas tanto del Ministerio de Energía y Minas, como de las plantas, en especial al jefe del Departamento de Fiscalización Técnica, jefes de planta y encargados de mantenimiento, esto, para poder determinar las herramientas adecuadas que permiten elaborar el diagnóstico de la problemática actual. Además, se utilizaron herramientas de ingeniería adecuadas de manera de alcanzar con los objetivos planteados. Existe un bajo conocimiento sobre la actividad del mantenimiento en las plantas, para lo cual es necesario la capacitación constante del personal y la necesidad de ampliar los conocimientos sobre el tema. La mejora constante de la capacitación profesional del personal mediante planes de formación anuales por parte de las empresas comercializadoras y el mejoramiento continuo son herramientas que permiten renovar los procesos administrativos, permiten que las organizaciones sean más eficientes y competitivas, fortalezas que le ayudarán a sobresalir en el mercado. La presente investigación nos sirve como antecedente porque nos enseña que al momento de realizar un plan de mantenimiento hay que darle un seguimiento continuo a las inspecciones, no solo dejarlo empapelado ya que las prácticas seguidas ayudarán a una mejora continua en el tema del control del mantenimiento a plantas de envasado y almacenamiento de GLP.

▪ **Antecedentes nacionales**

**“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”**. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial elaborada por Trigos Santos, Mabel Judith en la Universidad Señor de Sipán. Pimentel, Perú 2019.

Empresa Llamagas Pucallpa S.A. tiene como actividades el envasado, distribución y comercialización de Gas Licuado de Petróleo (GLP). El objetivo principal es Elaborar un plan de mejora en la línea de envasado de GLP de la Empresa Llamagas Pucallpa S.A., para incrementar su productividad. Primero se analizó las ventas históricas, que se utilizaran para hacer las proyecciones de demanda futura, ya que se elaborará el plan agregado de producción, para planificar la disposición de recurso mano de obra que garantice el cumplimiento de la demanda. Finalmente, se evaluará el sistema actual de planificación de la producción para determinar su eficiencia y aumento de productividad. Se concluyó que después de aplicarse las diferentes herramientas y técnicas descritas en el plan de mejoras, se logró 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. Esta investigación nos sirve como antecedente porque nos enseña que la falta de planificación de los recursos de mano de obra y de materiales, afectan la productividad de la empresa. En el caso de la mano de obra nos menciona que la productividad al estar disminuyendo, está impactando en los costos y por tanto en los beneficios de la empresa.

**“IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE ENVASADO DE GLP APLICANDO HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS. CASO: ALFA GAS S.A.”.** Tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial y de Gestión Empresarial elaborada por Roxana Nerida, Rivera Rodríguez & Julio Javier, Gómez Abanto en la Universidad Wiener. Lima, Perú 2015.

El presente trabajo de investigación se enfocará en la implementación de mejoras en el proceso de envasado de GLP en la empresa Alfa Gas S.A., dedicada a la comercialización del gas licuado de petróleo, el cual ofrece los servicios de envasado y distribución de gas licuado de petróleo (GLP). Del análisis de la situación problemática se determina que el problema de la presente investigación es que la empresa Alfa Gas S.A. no cuenta con líneas eficientes de envasado de GLP, se analizó el área de producción en lo relacionado a mejorar las estaciones de envasado de gas licuado de petróleo de 10 kg para incrementar la productividad en la planta envasadora Alfa Gas S.A. con el objetivo de ofrecer una mejor atención y satisfacción de los clientes fidelizados que tiene la empresa y también cumplir con la demanda requerida. La solución planteada fue evaluada y comprada con dos alternativas de la misma importancia obteniendo resultados satisfactorios en tiempo de duración, costos de servicio e inversión. Luego de realizada la implementación del proyecto se estimó una reducción en la distancia total recorrida en los procedimientos de recorrido de traslado de materiales de almacén al área de producción por un total de 336 metros, además se ha obtenido una reducción significativa en el tiempo total realizado en los procedimientos de acareo de materiales y suministros, con un total de 5750 minutos por proceso de producción. Esta investigación nos sirve como antecedente porque diseñando herramientas y accesorios que optimicen la productividad y estandarizando las operaciones o estaciones de trabajo se logra tener líneas más eficientes de envasado de GLP.

▪ **Antecedentes locales**

**“SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA REDUCIR LOS COSTOS DE INVENTARIO EN LA EMPRESA “COSTA GAS TRUJILLO S.A.C.” - 2017”.**

Tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial elaborada por Pacherras Osorio, Leedy Lisset & Placido Campos, Junior Kenyi en la Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú 2017.

El presente trabajo se realizó en la empresa COSTA GAS TRUJILLO S.A.C. que actualmente se dedica al envasado, distribución y venta de gas a granel. El objetivo de la investigación es proponer un sistema de gestión de inventarios el cual permitirá reducir los costos de inventario en la empresa “COSTA GAS TRUJILLO S.A.C”. El estudio comienza con la recopilación de los datos históricos de la demanda, con esa información se llevó a cabo el análisis de la clasificación ABC para determinar la participación de cada producto en los ingresos de la empresa durante el año 2016, posteriormente con los datos históricos de la demanda de los años 2015-2016 se hicieron diferentes tipos pronósticos (para elegir el pronóstico con el menor error) para determinar la demanda del año 2017. Se propuso a la empresa seguir un sistema de gestión de inventarios, que determinará el lote económico de compra (EOQ), el punto de reorden (ROP) y el stock de seguridad (SS) para cada producto. Finalmente, se comparó el sistema de gestión de inventarios propuesto versus la política actual de mantenimiento del inventario que la empresa ha estado manejando; este análisis muestra que el sistema de gestión de inventarios propuesto reduce los costos de mantenimiento del inventario en un 58.22%. Esta investigación nos sirve como antecedente porque recomienda llevar el registro del comportamiento de la demanda de los productos, a fin de tener una correcta data histórica y así evitar distorsiones en el aprovisionamiento de los pedidos.

**“PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA DE ENVASADO DE BALONES DE GLP PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA ENVASADORA CAXAMARCA GAS S.A – CAJAMARCA”**. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial elaborada por Ricardo Fernando, Ortega Mestanza & Mylena Karen Vílchez Torres en la Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú 2012.

CAXAMARCA GAS S.A., es una empresa envasadora y distribuidora cajamarquina de GLP fundada el 16 de noviembre de 1992. Siendo su primera salida al mercado el 13 de Setiembre de 1993. El objetivo principal es evaluar la viabilidad técnica y económica de la propuesta de mejora de la línea de envasado de balones de GLP para incrementar la productividad en la empresa envasadora CAXAMARCA GAS S.A. – Cajamarca. El estudio se inició recabando información mediante entrevistas y filmaciones durante las visitas a la planta, luego fueron analizadas, procesadas y contrastadas a fin de plantear mejoras, dando como resultado un incremento en la producción y en los índices de productividad. Se llegó a la conclusión que es posible lograr una adecuada administración de los recursos mediante procesos y procedimientos eficientes. Todos los indicadores de eficiencia de línea mejoraron con las propuestas planteadas. El ciclo disminuyó en 27%, la producción aumentó en 38%, la productividad aumentó en 38%, la eficiencia económica aumentó en 13%, la eficiencia de la línea mejoró en 3.04% y el tiempo ocioso disminuyó en 36%. Por lo tanto, esta investigación nos sirve como antecedente porque muestra mejoras que consisten en eliminar desperdicios generados por desplazamientos y movimientos innecesarios, así como propone mejoras en los métodos de trabajo, o la reasignación de recurso humano en las estaciones del proceso.

### 1.3. Base teórica

#### A. Capacitación

Chiavenato, I. (2007) menciona que, la capacitación es el acto intencional de proporcionar los medios para posibilitar el aprendizaje. La capacitación debe tratar de orientar tales experiencias de aprendizaje hacia lo positivo y benéfico y complementarlas y reforzarlas con actividades planeadas para que los individuos en todos los niveles de la empresa puedan adquirir conocimientos con mayor rapidez y desarrollar aquellas actitudes y habilidades que los beneficiaran a sí mismos y a su empresa. El proceso de capacitación se parece a un modelo de sistema abierto cuyos componentes son: Entradas (o sea inputs), procesamiento u operación, salidas (o sea los outputs) y retroalimentación (o sea el feedback).

#### B. Diagrama de causa-efecto

Gutiérrez, P. & Vara, R. (2009) sostiene que, el diagrama de causa-efecto o de Ishikawa<sup>1</sup> es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. El uso del diagrama de Ishikawa (DI), con las tres herramientas que hemos visto en las secciones anteriores, ayudará a no dar por obvias las causas, sino que se trate de ver el problema desde diferentes perspectivas.

Pasos para la construcción de un diagrama de Ishikawa:

1. Especificar el problema a analizar.
2. Seleccionar el tipo de DI que se va a usar.
3. Buscar todas las probables causas, lo más concretas posible, que pueden tener algún efecto sobre el problema.

4. Una vez representadas las ideas obtenidas, es necesario preguntarse si faltan algunas otras causas aún no consideradas; si es así, es preciso agregarlas.
5. Decidir cuáles son las causas más importantes mediante diálogo y discusión respetuosa
6. y con apoyo de datos, conocimientos, consenso o votación del tipo 5,3,1.
7. Decidir sobre cuáles causas se va a actuar.
8. Preparar un plan de acción para cada una de las causas a ser investigadas o corregidas.

### **C. Diagrama de Pareto**

Gutiérrez, H. & Vara, R. (2009) mencionan que, se reconoce que más de 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Pero, además, en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa. Lo anterior es la premisa del diagrama de Pareto, el cual es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas.

### **D. Mantenimiento preventivo**

García, S. (2010) argumenta que el mantenimiento preventivo es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. El plan de mantenimiento de una planta deberá elaborarse a partir de la selección de la mejor combinación de las políticas enumeradas para cada elemento, coordinándolas para conseguir el uso óptimo de los recursos y el tiempo. Idealmente, las acciones preventivas y correctivas para cada unidad de la planta deberían estar especificadas

con cierto detalle por los fabricantes. Esto raramente se da en los equipos de difícil sustitución en los que el mantenimiento es caro y probabilista. La gran cantidad de factores que influyen en la selección de la política de mantenimiento, hacen que sea necesario un procedimiento sistemático para determinar el mejor programa de mantenimiento para cada periodo de tiempo. (Muñoz, B., s.f.).

### **E. Plan de Requerimiento de Materiales (MRP)**

Con relación al MRP, Companys, R. & Fonollosa, J. (1999) sostienen que, consiste especialmente en un cálculo de necesidades netas de los artículos (productos terminados, subconjuntos, componentes, materia prima, etc.) introduciendo un nuevo factor nuevo, no considerado en los métodos tradicionales de gestión de stocks, que es el plazo de fabricación o de compra de cada uno de los artículos, lo que en definitiva conduce a modular a lo largo del tiempo las necesidades, ya que indica la oportunidad de fabricar (o aprovisionar) las componentes con el debido decalaje respecto a su utilización en la fase siguiente de fabricación.

#### **Fuentes de un sistema MRP:**

Las tres preguntas básicas mencionadas no se refieren tan sólo a los productos acabados, sino también a los componentes o partes de estos productos y a las materias primas y materiales necesarios para fabricarlos, y por supuesto deben tener en cuenta los stocks existentes a fin de utilizarlos adecuadamente, es decir, no comprar lo que no se necesita y no tener que parar la producción por falta de algún material.

Esto quiere decir que todo sistema MRP se alimentará de al menos tres ficheros o archivos de información principales, que a su vez suelen ser generados por otros sistemas específicos.

*MPS (Master Production Schedule*. Plan maestro detallado de producción) que nos dice qué productos finales hay que fabricar y en qué plazos deben tenerse terminados.

*BOM (Bill of materials*. Lista de Materiales) que indica de qué partes o componentes está formada cada unidad, y permite por tanto calcular las cantidades de cada componente que son necesarias para fabricarlo.

*Situación o estado del stock*, que permite conocer las cantidades disponibles de cada artículo (en los diferentes intervalos de tiempo) y, por diferencia, las cantidades que deben comprarse o provisionarse.

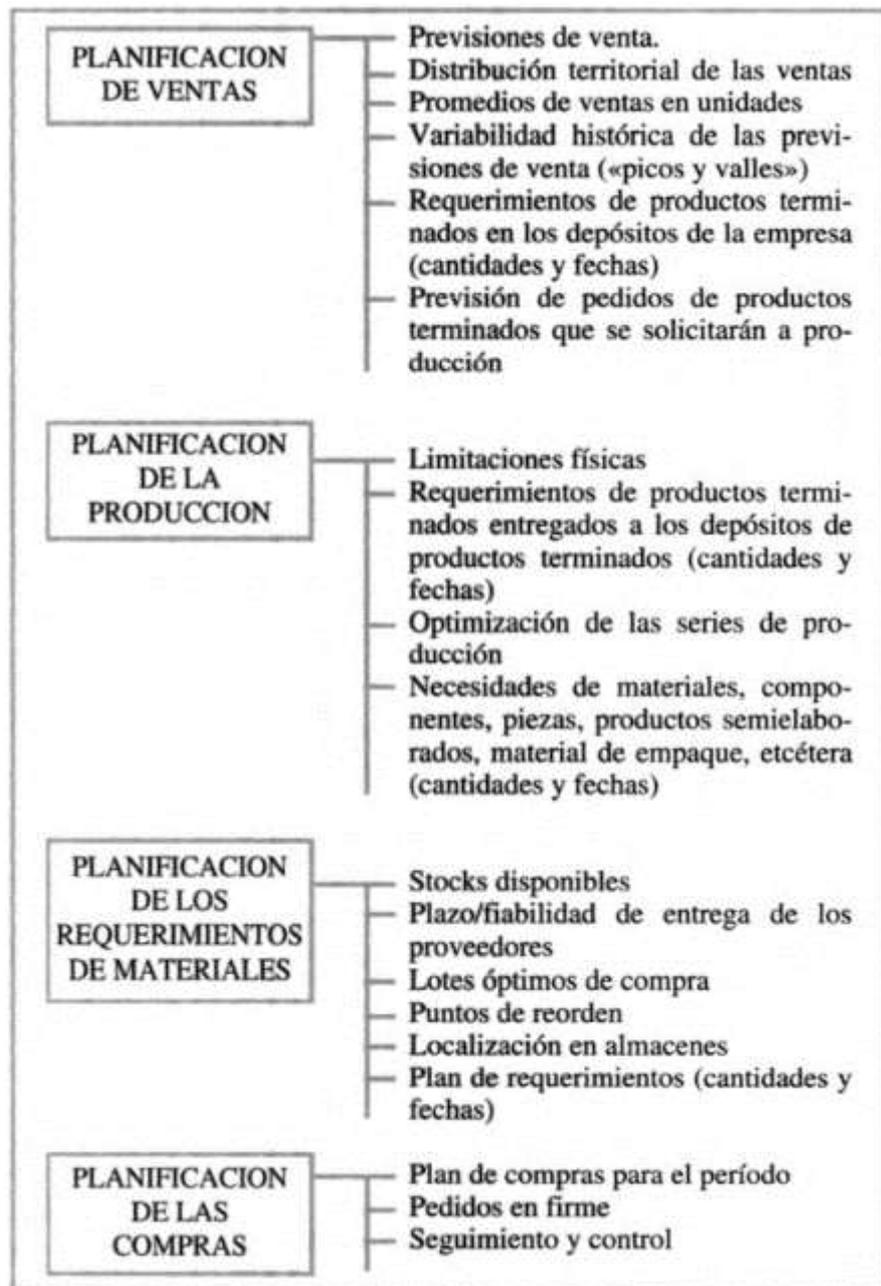


Figura 2. Planificación de los requerimientos de materiales. Fuente: Díaz de Santos.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la aplicación de la metodología MRP sobre los costos en la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> en la Empresa OXYMAN COMERCIAL S.A.C.?

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar el impacto de la aplicación de la metodología MRP sobre los costos en la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> en la Empresa OXYMAN COMERCIAL S.A.C.

##### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la empresa para identificar los problemas y las causas principales que están interviniendo en los costos operativos de la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> en la Empresa OXYMAN COMERCIAL S.A.C
- Desarrollar la propuesta de mejora en el área de producción para disminuir los costos operativos de la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> en la Empresa OXYMAN COMERCIAL S.A.C
- Analizar la factibilidad económica-financiera de la propuesta de mejora en las áreas de producción de la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> en la Empresa OXYMAN COMERCIAL S.A.C

#### **1.6. Hipótesis**

La aplicación de la metodología MRP disminuye los costos en la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> en la Empresa OXYMAN COMERCIAL S.A.C.

# CAPÍTULO II

# METODOLOGÍA

## **2.1. Tipo de investigación**

### **2.1.1. Según orientación y propósito.**

Ciencia formal y exacta.

### **2.1.2. Según el diseño e investigación.**

Investigación diagnóstica y propositiva.

## **2.2. Métodos**

La propuesta de mejora de la presente investigación es en base a la Ingeniería industrial, la cual es desarrollada en dos etapas: la etapa de diagnóstico y la etapa de desarrollo de la propuesta de mejora.

### **2.2.1. Diagnóstico: Características**

En esta etapa se determinan y analizan las causas raíces que ocasiona un incremento de los costos operativos de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. Las herramientas que se utilizarán son las siguientes:

- Diagrama de Ishikawa.
- Encuestas.
- Matriz de priorización.
- Diagrama de Pareto.
- Matriz de Indicadores.

### **2.2.2. Desarrollo de la propuesta: Características**

En esta etapa se desarrollan las metodologías, técnicas y herramientas de mejora de Ingeniería Industrial propuestas para disminuir los costos operativos e incrementar la rentabilidad de la empresa Oxyman Comercial S.A.C.

## **2.3. Procedimiento**

### **Diagnóstico**

Se observa y analiza la situación actual de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. con la finalidad de identificar los distintos problemas que existen dentro de la empresa, se procede a consolidar la información utilizando las siguientes:

- Diagrama de Ishikawa: Permitió identificar las causas raíces de los problemas existentes que afectan al área de producción aumentando los costos operativos de la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10 m<sup>3</sup>.
- Encuestas: Se encuestó a todos los trabajadores del área de producción de la empresa, con el objetivo de cuestionarles el nivel de significancia que según su criterio tiene cada causa raíz que afecta el área de producción de la empresa.
- Matriz de priorización: Permitió determinar el nivel de importancia de cada una de las causas raíz identificadas.
- Diagrama de Pareto: Permitió identificar las causas raíz que ocasionan el 80 % de impacto en los costos operativos de la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup>.
- Matriz de indicadores: Se identificaron indicadores para cada una de las causas raíces involucradas, los cuales permitirán monetizar las pérdidas de la empresa.

### **Solución Propuesta**

Ante el problema identificado durante el diagnóstico, se determinaron diferentes metodologías, técnicas y herramientas de Ingeniería Industrial con la finalidad de reducir los costos operativos del área de producción e incrementar la rentabilidad de la empresa Oxyman Comercial S.A.C.

Las herramientas de mejora para el área de producción están basadas en un diagrama de operación de procesos (DOP), así mismo, se implementa un plan de requerimiento de materiales (MRP) con la finalidad de contar con una planificación de producción a largo plazo para satisfacer la demanda de los cilindros de oxígeno de 10m<sup>3</sup>. Además, se propone

un modelo de plan de capacitación con el objetivo de que todos los trabajadores de la estación de envasado tengan el mejor rendimiento posible. Finalmente, también se presenta un plan de mantenimiento preventivo para evitar las paradas imprevistas del compresor y vaporizador de la empresa.

### **Evaluación Económica-Financiera**

Por último, se lleva a cabo la evaluación económica y financiera de la propuesta de mejora para el área de producción de la empresa Oxyman Comercial S.A.C., para ello, primero, se elabora el presupuesto de cada una de las herramientas de mejora. Para ello, se utiliza el flujo de caja, donde se proyectan los movimientos económicos de la empresa Oxyman Comercial S.A.C., influenciados por la implementación de las herramientas de mejora, es decir, se demuestra el impacto de la mejora en el transcurso de los periodos. Además, se calcula indicadores económicos-financieros como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), la relación beneficio –costo y el periodo de recuperación de la inversión.

## **2.4. Diagnóstico de la realidad actual**

### **2.4.1. Descripción de la empresa**

OXYMAN S.A.C. es una empresa industrial netamente peruana, productora y distribuidora de gases industriales y medicinales, comprometida con el desarrollo industrial de nuestro país, siendo una prioridad la protección a la salud y seguridad de los empleados y clientes, así como el constante compromiso con el cuidado del medio ambiente. Inició sus operaciones en el sur del país el 11 de mayo del 2000, en la ciudad de Arequipa, con inversiones de capitales peruanos en equipos, tecnología y recursos humanos, permitiendo de esta manera participar y contribuir al desarrollo de nuestra región y del país. Empresa dedicada a la producción, distribución y venta de oxígeno gaseoso industrial.

A continuación, se describe cada una de las 5 áreas de trabajo de la empresa:

**A. Recepción:** El líquido de oxígeno es transportado en una cisterna desde Arequipa hasta Trujillo por el proveedor.



*Figura 3.* Cisterna de transporte del oxígeno.  
Fuente: Elaboración propia.

Cuando la cisterna se encuentra situada dentro de planta de producción se empieza a realizar el llenado al tanque elevado el cual tiene una capacidad de 16 toneladas de líquido de oxígeno, por con siguiente se realiza la verificación de la conexión de las mangueras hidráulicas a cilindros y a su vez la de la presión de salida del oxígeno gaseoso a procesar, todo lo mencionado sirve como prevención antes de comenzar con la vaporización del líquido de oxígeno almacenado.



*Figura 4.* Tanque elevado de oxígeno.  
Fuente: Elaboración propia.

**B. Vaporizar y Comprimir:** Luego el oxígeno pasa por un compresor que se encargará de convertir el líquido de oxígeno a oxígeno gaseoso, ambos procesos (vaporización y comprimido) se realizan constantemente.



*Figura 5.* Vaporizador. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 6.* Compresor. Fuente: Elaboración propia.

**C. Envasar:** A continuación, se procede al envasado mediante un manifold, que consiste en una conexión de 30 mangueras, dichas mangueras estarán enlazadas a los 30 cilindros para llevar a cabo el envasado del oxígeno industrial.



*Figura 7.* Zona de envasado. Fuente: Elaboración propia.

**D. Etiquetar:** Finalmente, se concluye el proceso con el etiquetado de las fichas técnicas para cada cilindro, después se desconecta las mangueras hidráulicas y se coloca los precintos termoencogibles.

#### **2.4.2. Descripción del área de Producción:**

El área de producción empresa Oxyman Comercial S.A.C no cuenta con un plan de producción, generando demanda insatisfecha de cilindros de oxígeno de 10m<sup>3</sup> en la empresa. Además, uno de los operarios envasa menos cantidad de cilindro de

oxígenos que el otro operario, asimismo, se identificó merma excesiva al momento del envasado, lo que evidencia la falta de un plan de capacitación en la empresa. También, se registró paradas imprevistas del compresor y el evaporizador lo que demuestra la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo. Todos lo mencionado con lo anterioridad genera altos costos operativos en la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m3. Para ello, primero se realizó el diagrama de operaciones en base a los procesos identificados de la línea de producción de cilindros. En el diagrama se colocó los tiempos para cada una de las actividades que se emplean durante el proceso.

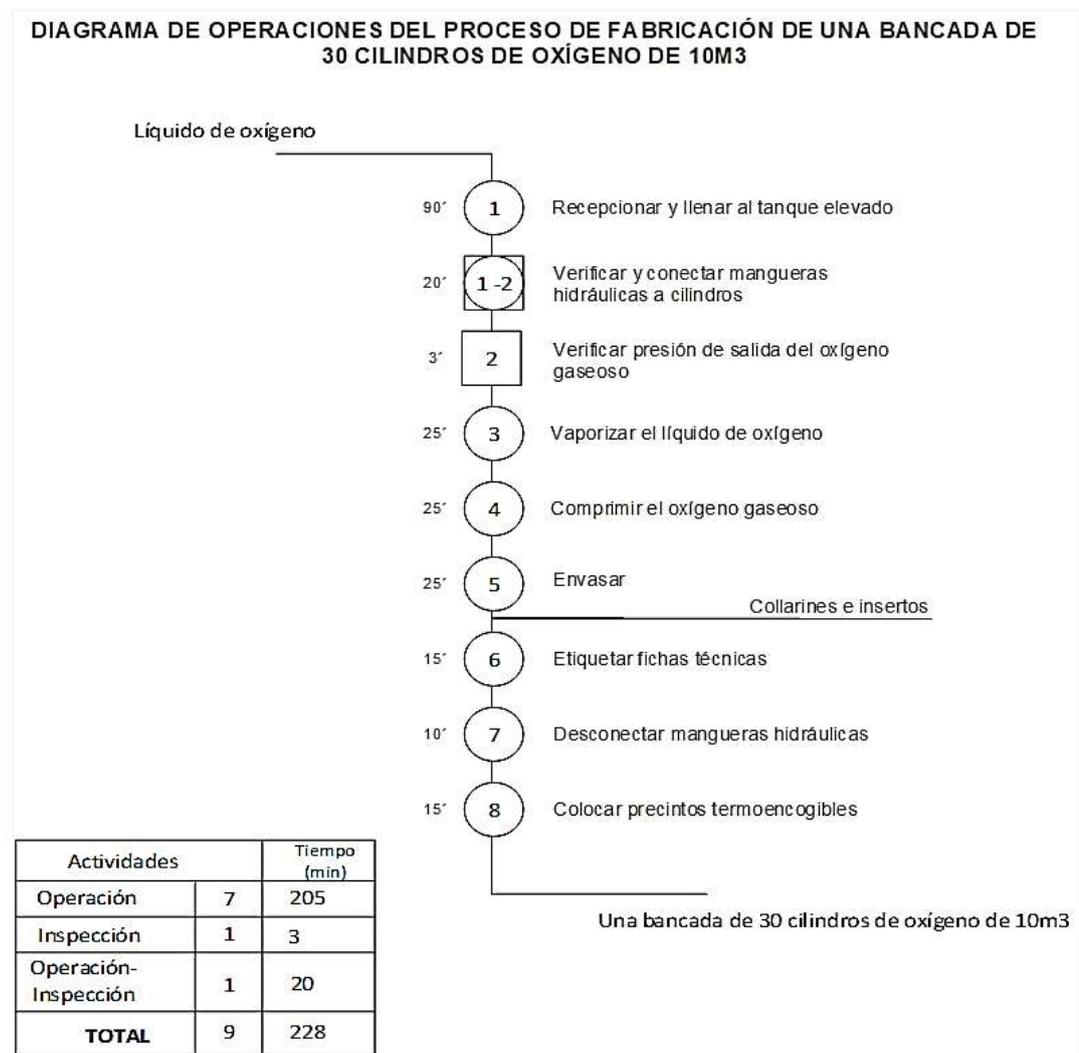


Figura 8. Diagrama de Operaciones del Proceso de los cilindros. Fuente: Elaboración propia.

## 2.5. Identificación del problema e indicadores actuales

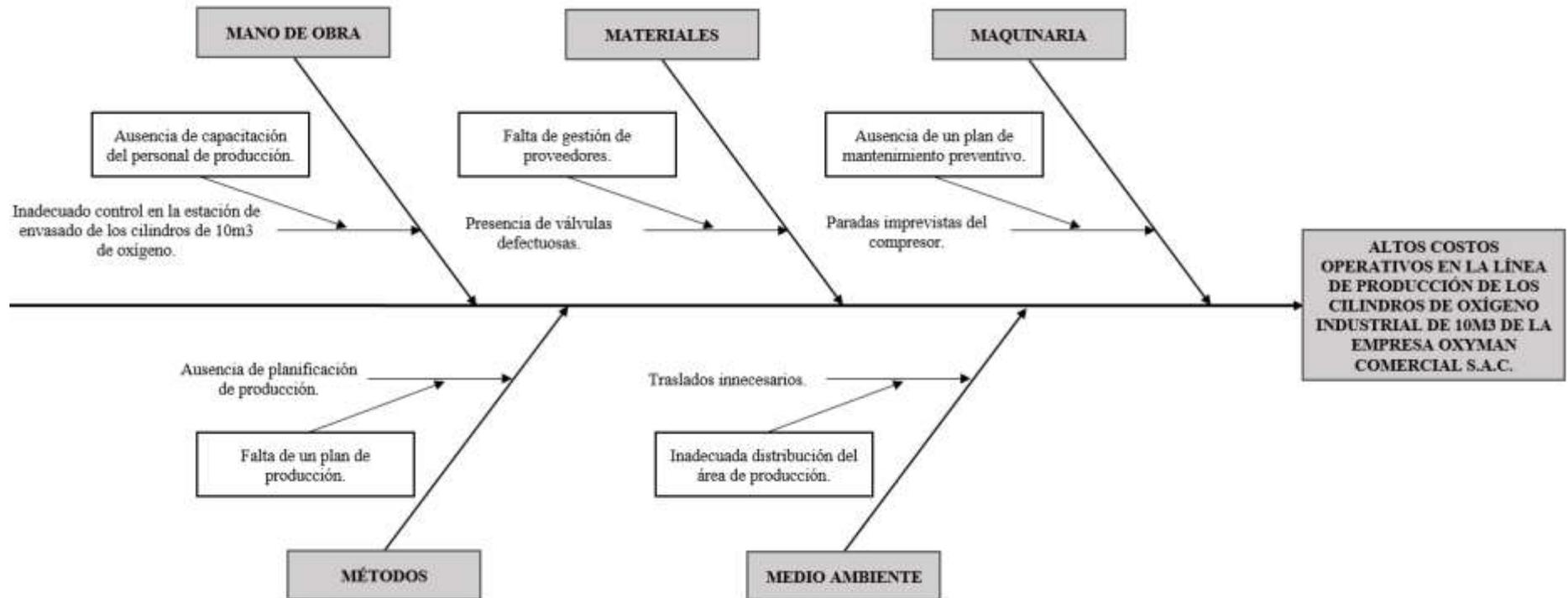


Figura 9. Diagrama Ishikawa del área de producción de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. Fuente: Elaboración propia.

### 2.5.1. Priorización de causas raíces

Luego de identificar a través del diagrama de Ishikawa cada una de las causas raíz que influyen en los altos costos operativos de la línea de producción de los cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> de la empresa Oxyman Comercial S.A.C., se encuestó a todos los trabajadores de la empresa, con la finalidad de priorizar cada causa raíz de acuerdo al nivel de significancia que según su criterio tiene cada una sobre los altos costos operativos de la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> de la empresa Oxyman Comercial S.A.C.

Tabla 3

*Causas raíz de las áreas de estudio de acuerdo a su nivel de significancia*

PRODUCCIÓN				
CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAÍZ	FRECUENCIA PRIORIZACIÓN	F.R.	F.A.
CR4P	Falta de un plan de producción.	14	25%	25%
CR1P	Ausencia de capacitación del personal de producción.	13	23%	48%
CR3P	Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.	12	21%	70%
CR2P	Falta de gestión de proveedores.	10	18%	88%
CR5P	Inadecuada distribución del área de producción.	7	13%	100%
<b>TOTAL</b>		<b>56</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Después de que se obtuvieron la valoración para cada una de las causas raíz identificadas, se procedió a elaborar un diagrama de Pareto que permitió identificar que causas raíz ocasionan el 80 % de impacto en los costos operativos de la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> de la empresa Oxyman Comercial S.A.C.

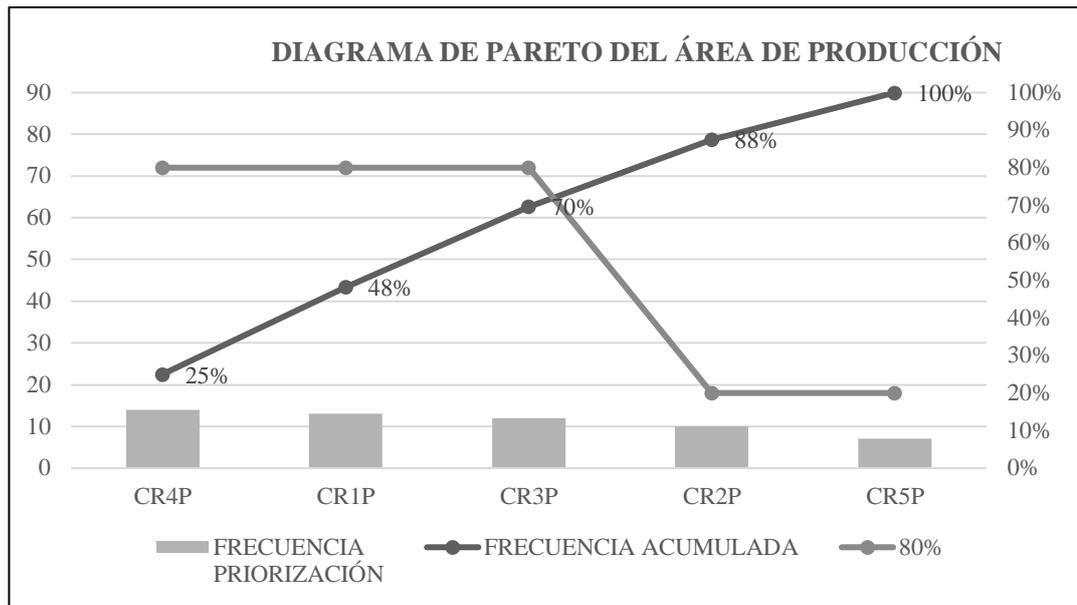


Figura 10. Diagrama Pareto de las causas raíz del área de producción y logística.  
Fuente: Elaboración propia.

### 2.5.2. Identificación de indicadores

Después de que se realizó la priorización de las causas raíz del área de producción de la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup>, se procedió a medir las 3 causas raíz que han sido resultado del diagrama de Pareto respecto a su nivel de significancia en el área de producción.

Las causas priorizadas se medirán haciendo uso de indicadores con el fin de cuantificar el nivel de impacto que tienen estas causas en el problema de altos costos operativos en la línea de producción de cilindro de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> en la empresa Oxyman Comercial S.A.C., además, se identificaron correctamente las metodologías y las herramientas de mejora que servirán como propuesta para la empresa donde se está realizando la investigación. Finalmente, se indica la inversión de la aplicación de cada herramienta de mejora para la empresa Oxyman Comercial S.A.C.

Tabla 4

Indicadores de las causas raíces priorizadas

MATRIZ DE INDICADORES											
N° CAUSA RAÍZ	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL	PÉRDIDA 1 MENSUAL (S/.)	VALOR META	PÉRDIDA 2 MENSUAL (S/.)	BENEFICIO (S/.)	METODOLOGÍAS	HERRAMIENTA DE MEJORA	INVERSIÓN (S/.)
CR4P	Falta de un plan de producción.	% de demanda insatisfecha.	$\frac{\text{Demanda Insatisfecha}}{\text{Demanda Total}} \times 100\%$	33.33%	S/. 17,198.57	4.97%	S/. 2,728.43	S/. 14,470.13	Gestión Estratégica de Operaciones.	MRP I	S/.8,169.00
		% de Pedidos Devueltos.	$\frac{\text{Pedidos Devueltos}}{\text{Ventas Totales}} \times 100\%$	0.92%		0.44%					
CR1P	Ausencia de capacitación del personal de producción.	% de personal de producción capacitado.	$\frac{\text{N° de Personal de Producción Capacitado}}{\text{N° Total de Personal de Producción}} \times 100\%$	50.00%	S/. 11,741.84	100.00%	S/. 2,029.22	S/. 9,712.62	Gestión de Talento Humano.	Perfil de Puesto / Análisis de Puesto / Formato de evaluación de desempeño / Diagrama de Gantt / Cartillas	S/.5,000.00
CR3P	Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.	% de paradas imprevistas del compresor.	$\frac{\text{N° de Paradas Imprevistas del Compresor}}{\text{N° Total de Paradas del Compresor}} \times 100\%$	80.00%	S/. 23,662.96	50.00%	S/. 4,751.51	S/. 18,911.44	Gestión de Mantenimiento Preventivo	Hojas de información / Análisis de criticidad / Árbol de fallas / Diagrama RCM II / Hoja de decisión / Programa de mantenimiento preventivo	S/.432.90
		% de paradas imprevistas del vaporizador.	$\frac{\text{N° de Paradas Imprevistas del Vaporizador}}{\text{N° Total de Paradas del Vaporizador}} \times 100\%$	75.00%		50.00%					
					S/. 52,603.36		S/. 9,509.16	S/. 43,094.20			S/. 13,601.90

Fuente: Elaboración propia.

## 2.6. Solución Propuesta:

### 2.6.1. Gestión Estratégica de Operaciones

#### Descripción de la causa raíz CR4P: Falta de un plan de producción.

Desde sus inicios la empresa Oxyman Comercial S.A.C. no utilizó un plan de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup>, es decir, la cantidad que la empresa produce diariamente de cilindros de oxígeno ha sido planificada de manera empírica, generando una serie de problemas como pérdidas monetarias debido a la demanda insatisfecha que hay.

#### Monetización de pérdidas

Para determinar las pérdidas económicas que ocasionan las causas de falta de un plan de producción primero se tuvo en cuenta la demanda insatisfecha de los cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup>. Para hallar la demanda insatisfecha se restó la demanda mensual desde el mes de octubre del año 2019 hasta el mes de abril del año 2020 menos la producción mensual del mismo periodo de tiempo. Luego, este resultado se multiplicó por la utilidad obtenida al vender un cilindro de oxígeno para hallar el lucro cesante, que viene siendo pérdida económica para la empresa.

Tabla 5  
*L.C. por demanda insatisfecha de cilindros de oxígeno*

Año	Mes	Demanda (Cilindros)	Producción	Demanda Insatisfecha	Lucro Cesante
2019	Octubre	1202	801	401	S/. 20,364.41
	Noviembre	600	400	200	S/. 10,169.49
	Diciembre	1037	691	346	S/. 17,567.80
2020	Enero	972	648	324	S/. 16,474.58
	Febrero	1242	828	414	S/. 21,050.85
	Marzo	690	460	230	S/. 11,694.92
	Abril	1232	821	411	S/. 20,872.88
<b>PROMEDIO</b>		996	664	332	S/. 16,884.99
<b>TOTAL</b>		6974	4649	2325	S/. 118,194.92

Fuente: Elaboración propia.

Comparando el lucro cesante mensual a causa de la presencia de demanda insatisfecha por falta de un plan de producción en la empresa, se puede observar que el lucro cesante más alto fue en el mes de febrero del 2020.

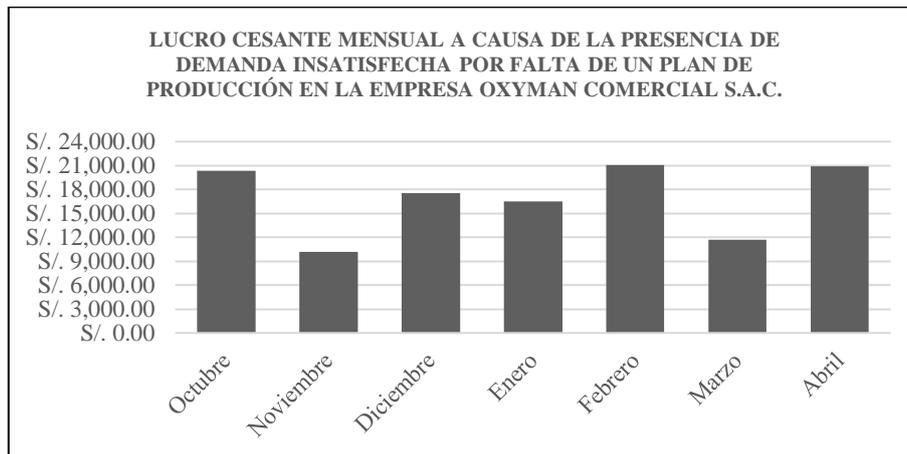


Figura 11. L.C. mensual a causa de la presencia de demanda insatisfecha. Fuente: Elaboración propia.

En segundo lugar, se tuvo en cuenta los cilindros devueltos. Por un lado, para hallar la pérdida directa se multiplicó el costo de reposición de oxígeno por la cantidad de cilindros devueltos, por otro lado, para hallar la pérdida indirecta, se multiplicó el costo de mantenimiento de un cilindro devuelto por la cantidad de cilindros devueltos, finalmente para hallar el lucro cesante, se multiplicó la utilidad al vender un cilindro de oxígeno por la cantidad de cilindros devueltos.

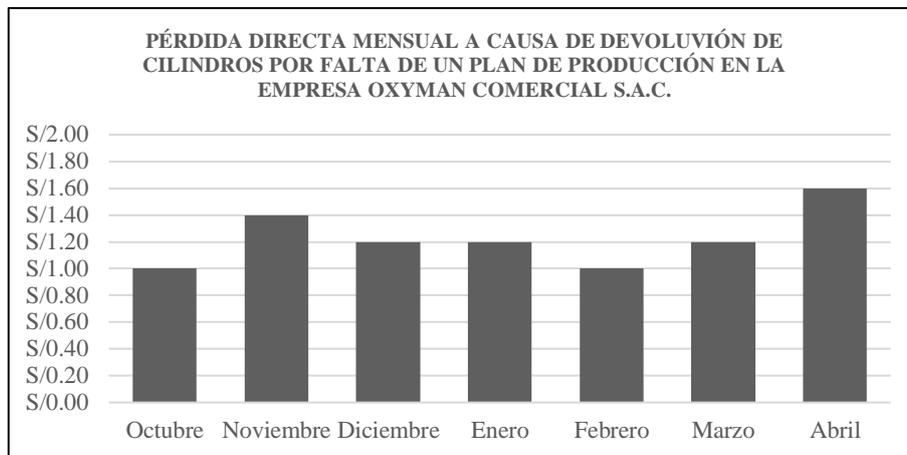
Tabla 6

*Pérdida directa por cilindros devueltos*

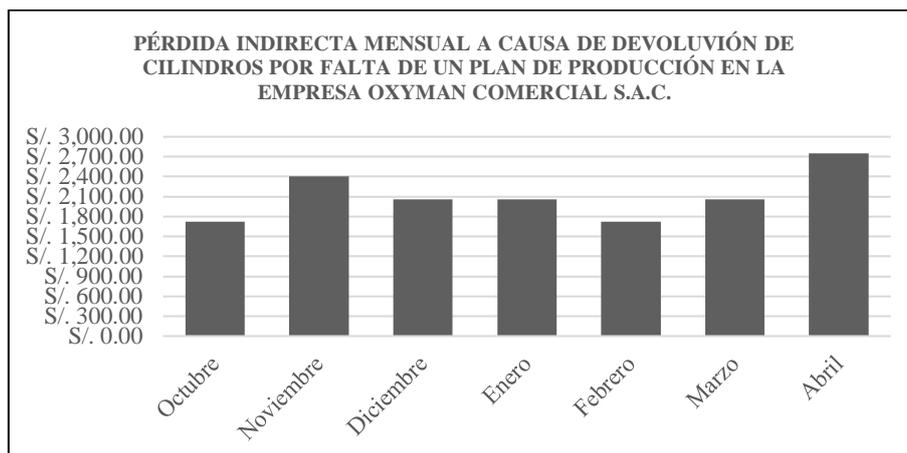
Año	Mes	Cilindros Devueltos	Mantenimiento			Pérdida Directa	Pérdida Indirecta	Lucro Cesante
			Material	M.O	Oxígeno (Reposición)			
2019	Octubre	5	S/. 331	S/12.50	S/. 0.20	S/1.00	S/. 1,718.50	S/. 254.24
	Noviembre	7	S/. 331	S/12.50	S/. 0.20	S/1.40	S/. 2,405.90	S/. 355.93
	Diciembre	6	S/. 331	S/12.50	S/. 0.20	S/1.20	S/. 2,062.20	S/. 305.08
2020	Enero	6	S/. 331	S/12.50	S/. 0.20	S/1.20	S/. 2,062.20	S/. 305.08
	Febrero	5	S/. 331	S/12.50	S/. 0.20	S/1.00	S/. 1,718.50	S/. 254.24
	Marzo	6	S/. 331	S/12.50	S/. 0.20	S/1.20	S/. 2,062.20	S/. 305.08
	Abril	8	S/. 331	S/12.50	S/. 0.20	S/1.60	S/. 2,749.60	S/. 406.78
<b>PROMEDIO</b>		6	331	S/. 331	S/12.50	S/1.23	S/. 2,111.30	S/. 312.35
<b>TOTAL</b>		43	2317	S/. 2,317	S/87.50	S/8.60	S/. 14,779.10	S/. 2,186.44

Fuente: Elaboración propia.

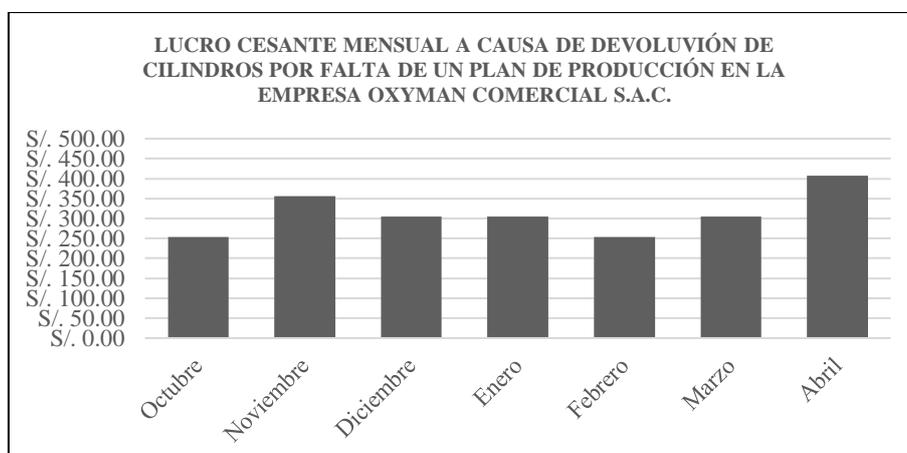
La pérdida directa, indirecta y lucro cesante mensual a causa de devolución de cilindros por falta de un plan de producción en la empresa más alta fue en el mes de abril del año 2020.



*Figura 12.* Pérdida directa mensual a causa de devolución de cilindros. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 13.* Pérdida indirecta mensual a causa de devolución de cilindros. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 14.* Lucro cesante mensual a causa de devolución de cilindros. Fuente: Elaboración propia.

Por un lado, del 100% de la pérdida mensual a causa de la devolución de cilindros por falta de un plan de producción, el 87.07% es pérdida indirecta.

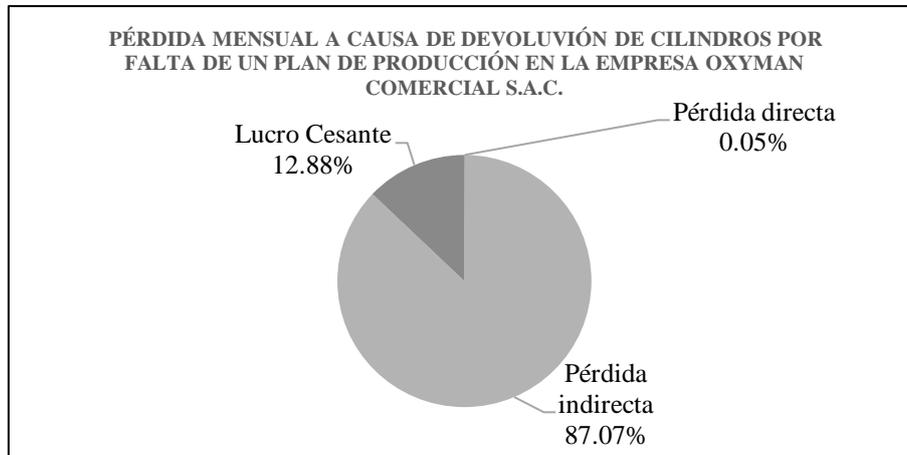


Figura 15. Pérdida mensual a causa de devolución de cilindros. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, las pérdidas totales por falta de un plan de producción son de S/. 17,198.57.

Tabla 7

*Pérdida mensual por falta de un plan de producción*

FALTA DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN		PÉRDIDA DIRECTA	PÉRDIDA INDIRECTA	LUCRO CESANTE	PÉRDIDA TOTAL
<b>F1</b>	Presencia de demanda insatisfecha.	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 16,884.99	S/. 16,884.99
<b>F2</b>	Devolución de cilindros.	S/. 1.23	S/. 2,111.30	S/. 312.35	S/. 313.58
<b>PROMEDIO MENSUAL</b>		S/. 1.23	S/. 2,111.30	S/. 17,197.34	S/. 17,198.57

Fuente: Elaboración propia.

Del 100% de las pérdidas económicas ocasionadas por la falta de un plan de producción, el 98.18% son producidas por la presencia de demanda insatisfecha.

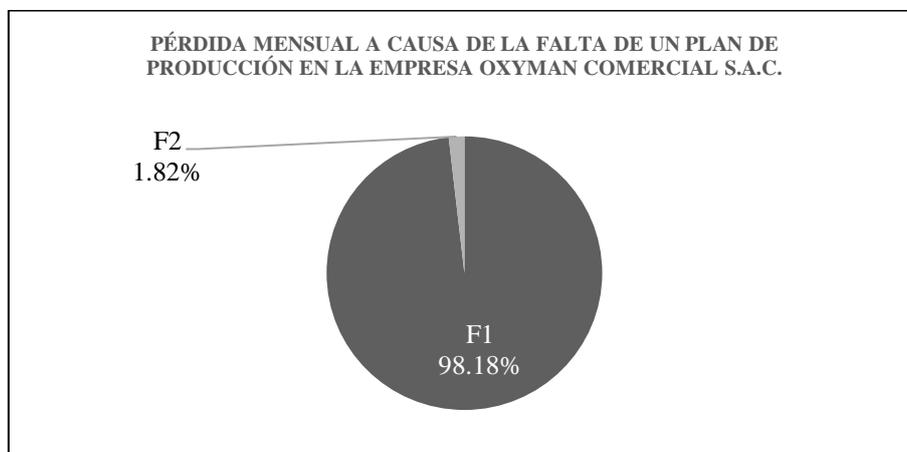


Figura 16. Pérdida por cada factor que ocasiona la falta de un plan de producción. Fuente: Elaboración propia.

### Propuesta de mejora: Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP)

Para la ejecución de la propuesta de mejora de implementación del sistema MRP en la empresa Oxyman Comercial S.A.C. primero se obtuvo la información histórica de la demanda de los cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> del periodo determinado con anticipación. Una vez obtenida la información, primero se analizaron los datos para conocer la tendencia de la demanda de los cilindros utilizando el diagrama de dispersión determinando qué tipo de pronóstico se debe realizar para luego ejecutar dicho pronóstico para los siguientes meses. El tipo de pronóstico que se realizó fue el pronóstico polinómico grado 6.

A continuación, se muestra el análisis de datos, el diagrama de dispersión y el pronóstico:

Tabla 8  
*Demanda histórica de los cilindros*

AÑO	FECHA	CILINDROS	
2019	Octubre	1	801
	Noviembre	2	400
	Diciembre	3	691
2020	Enero	4	648
	Febrero	5	828
	Marzo	6	460
	Abril	7	821

Fuente: Elaboración propia.

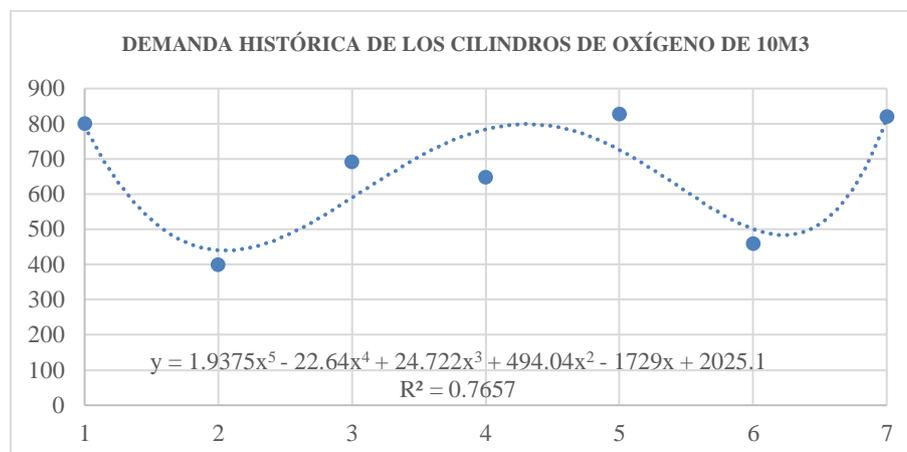


Figura 17. Demanda histórica de los cilindros de oxígeno de 10m<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9  
*Pronóstico de los cilindros*

AÑO	FECHA	PRONÓSTICO	
2020	Mayo	1	795
	Junio	2	441
	Julio	3	589
	Agosto	4	785
	Setiembre	5	727
	Octubre	6	502

Fuente: Elaboración propia.

Luego se procedió a realizar el Plan Maestro de Producción (PMP) para la empresa Oxyman Comercial S.A.C. Para ello, antes se determinó el SKU de la empresa.

Tabla 10  
*Características de los cilindros*

SKU	Nombre	Peso (m <sup>3</sup> )
SKU	Cilindro de Oxígeno	10m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11  
*Plan Maestro de Producción (PMP)*

SKU	2020					
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Cilindros de oxígeno	795	441	589	785	727	502

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el uso de la Lista de Materiales se identificó la composición de los cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup>, incluido los componentes y materiales necesarios para su fabricación.

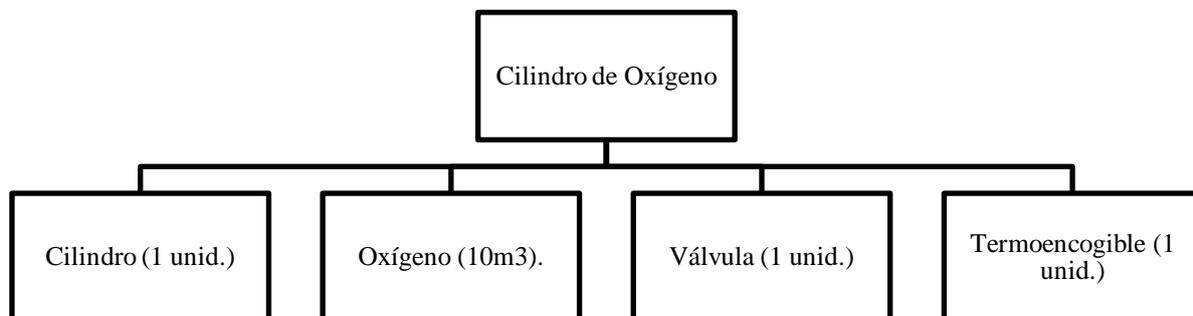


Figura 18. Árbol de producto del cilindro de oxígeno. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12  
*Cantidad de materiales para el cilindro de oxígeno*

MATERIAL	Cantidad	Unidad
Cilindro	1	Unidad
Oxígeno	10	m <sup>3</sup>
Válvula	1	Unidad
Termoencogible	1	Unidad

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se identificó el Maestro de Materiales de la empresa Oxyman Comercial S.A.C.

toda la información necesaria para gestionar un material.

Tabla 13  
*Maestro de Materiales*

Descripción	Und	Stock disponible	Stock Seguridad	Lead Time	Tamaño de lote	Entradas Previstas	
						Día	Cantidad
Cilindro de Oxígeno	Unidad	0	0	0	LFL	-	-
Cilindro	Unidad	750	0	0	LFL	-	-
Oxígeno	m <sup>3</sup>	550	500	0	1500	-	-
Válvula	Unidad	750	0	0	100	-	-
Termoencogible	Unidad	1200	1000	0	15000	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se elaboró el Plan de Requerimiento de Materiales para lo cual se utilizó el Plan Maestro de Producción, la Lista de Materiales y se verificó el stock en el Maestro de Materiales.

- Necesidades Brutas = Requerimientos por productos
- Entradas previstas = Los pedidos de algunos materiales se realizan con un tiempo de diferencia con el periodo de entrega y se convierten en entradas previstas.
- Stock Final = Stock inicial + Entradas previstas + Pedidos planeados – Necesidades Brutas
- Necesidades Netas = Necesidades Brutas – Inventario Inicial – Entradas previstas
- Pedidos Planeados = Necesidades Netas
- Lanzamiento de órdenes = Pedidos Planeados
- Inventario Inicial = Inventario Final del periodo anterior

A continuación, se muestra el Plan de Requerimientos de Materiales (MRP) realizado.

Tabla 14  
*Requerimiento planificado del cilindro de oxígeno*

SKU: Cilindro de Oxígeno							
		2020					
Período	Inicial	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Necesidades Brutas		795	441	589	785	727	502
Entradas Previstas							
Stock Final	-	-	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		795	441	589	785	727	502
Pedidos Planeados		795	441	589	785	727	502
Lanzamiento de órdenes		<b>795</b>	<b>441</b>	<b>589</b>	<b>785</b>	<b>727</b>	<b>502</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15  
*Plan de Requerimientos de Material (MRP) del cilindro*

MAT 1: Cilindro							
		2020					
¿Quién lo requiere?	Unid/BE	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
SKU: Cilindro de Oxígeno	1	795	441	589	785	727	502
<b>Total (Pza)</b>		<b>795</b>	<b>441</b>	<b>589</b>	<b>785</b>	<b>727</b>	<b>502</b>
		2020					
Período	Inicial	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Necesidades Brutas		795	441	589	785	727	502
Entradas Previstas							
Stock Final	750	795	795	795	795	795	795
Necesidades Netas		45	-	-	-	-	-
Pedidos Planeados		45	-	-	-	-	-
Lanzamiento de órdenes		<b>45</b>	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16  
*Plan de Requerimientos de Material (MRP) del oxígeno*

MAT 2: Oxígeno							
		2020					
¿Quién lo requiere?	Kg/BE	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
SKU: Cilindro de Oxígeno	10	7,950	4,410	5,890	7,850	7,270	5,020
<b>Total (Pza)</b>		<b>7,950</b>	<b>4,410</b>	<b>5,890</b>	<b>7,850</b>	<b>7,270</b>	<b>5,020</b>
		2020					
Período	Inicial	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Necesidades Brutas		7,950	4,410	5,890	7,850	7,270	5,020
Entradas Previstas							
Stock Final	550	100	190	300	1,450	180	1,160
Necesidades Netas		7,400	4,310	5,700	7,550	5,820	4,840
Pedidos Planeados		7,500	4,500	6,000	9,000	6,000	6,000
Lanzamiento de órdenes		<b>7,500</b>	<b>4,500</b>	<b>6,000</b>	<b>9,000</b>	<b>6,000</b>	<b>6,000</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

*Plan de Requerimientos de Material (MRP) de la válvula*

MAT 3: Válvula							
		2020					
¿Quién lo requiere?	Unid/BE	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
SKU: Cilindro de Oxígeno	1	795	441	589	785	727	502
<b>Total (Pza)</b>		<b>795</b>	<b>441</b>	<b>589</b>	<b>785</b>	<b>727</b>	<b>502</b>
		2020					
Período	Inicial	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Necesidades Brutas		795	441	589	785	727	502
Entradas Previstas							
Stock Final	750	850	850	850	850	850	850
Necesidades Netas		45	-	-	-	-	-
Pedidos Planeados		100	-	-	-	-	-
Lanzamiento de órdenes		<b>100</b>	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18

*Plan de Requerimientos de Material (MRP) del Termoencogible*

MAT 4: Termoencogible							
		2020					
¿Quién lo requiere?	Unid/BE	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
SKU: Cilindro de Oxígeno	1	795	441	589	785	727	502
<b>Total (Pza)</b>		<b>795</b>	<b>441</b>	<b>589</b>	<b>785</b>	<b>727</b>	<b>502</b>
		2020					
Período	Inicial	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Necesidades Brutas		795	441	589	785	727	502
Entradas Previstas							
Stock Final	1,200	405	14,964	14,375	13,590	12,863	12,361
Necesidades Netas		-	36	-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	15,000	-	-	-	-
Lanzamiento de órdenes		-	<b>15,000</b>	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado el Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) se procede a identificar los órdenes de aprovisionamiento para cada uno de los SKU, componentes, materiales necesarios para iniciar con la producción.

Tabla 19  
*Órdenes de aprovisionamiento*

Código de material	Unidad de medida	2020					
		Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre
Cilindro de Oxígeno	Unidad	795	441	589	785	727	502
Cilindro	Unidad	45	0	0	0	0	0
Oxígeno	m3	7500	4500	6000	9000	6000	6000
Válvula	Unidad	100	0	0	0	0	0
Termoencogible	Unidad	0	15000	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Con la elaboración del Plan de Requerimientos de Materiales (MRP) se logrará reducir o eliminar la presencia de demanda insatisfecha en la empresa y la devolución de cilindro de oxígeno, asimismo, se tendrá mayor control sobre la cantidad de cilindro de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> que se produce, disminuir el inventario, contribuyendo así al aumento de producción. A continuación, se muestra las pérdidas monetarias antes y después de la propuesta de mejora.

Tabla 20  
*Pérdidas monetarias antes y después de la implementación del MRP*

N° CAUSA RAÍZ	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL	PÉRDIDA 1 MENSUAL (S/.)	VALOR META	PÉRDIDA 2 MENSUAL (S/.)	BENEFICIO (S/.)	METODOLOGÍAS	HERRAMIENTA DE MEJORA	INVERSIÓN (S/.)
CR4P	Falta de un plan de producción.	% de demanda insatisfecha.	$\frac{\text{Demanda Insatisfecha}}{\text{Demanda Total}} \times 100$	33.33%	S/. 17,198.57	4.97%	S/. 2,728.43	S/. 14,470.13	Gestión Estratégica de Operaciones.	MRP I	S/.8,169.00
		% de Pedidos Devueltos.	$\frac{\text{Pedidos Devueltos}}{\text{Ventas Totales}} \times 100$	0.92%		0.44%					

## 2.6.2. Gestión de Talento Humano

### **Descripción de la causa raíz CR1P: Ausencia de capacitación del personal de producción**

Los trabajadores de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. no han recibido una correcta capacitación para realizar la producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup>, sino que al momento de ingresar a trabajar a la empresa fueron instruidos empíricamente por el jefe de planta y los demás conocimientos los trabajadores los adquirieron a lo largo de su estadía en la empresa, sin embargo, esto generó que actualmente, uno de los operarios produzca menos cilindros de oxígeno a comparación del otro y además generó presencia de merma excesiva en la estación de envasado, todo ello, genera pérdidas monetarias para la empresa.

### **Monetización de pérdidas**

Para determinar las pérdidas monetarias que ocasiona esta causa, primero se calculó la merma excesiva generada por el inadecuado control que tiene los trabajadores en la estación de envasado de los cilindros de oxígeno de 10m<sup>3</sup>. Luego, se calculó, por un lado, la pérdida directa, para ello, se multiplicó la cantidad de merma excesiva por el costo aproximado del litro de oxígeno industrial. Por otro lado, para determinar el lucro cesante, una vez calculada la cantidad de merma excesiva en el área de envasado, se procedió a hallar el número de cilindros de oxígeno industrial envasados que representaría la merma excesiva si es que no se desperdiciara para finalmente multiplicar esta cantidad de cilindros por la utilidad obtenida después de vender un cilindro.

A continuación, se muestran las pérdidas obtenidas por el inadecuado control en la estación de envasado de los cilindros de oxígeno de 10m<sup>3</sup> por parte de los operarios.

Tabla 21

*Pérdidas por el inadecuado control en la estación de envasado de los cilindros de oxígeno de 10m<sup>3</sup>*

Año	Mes	Compra (m <sup>3</sup> )	Producción (m <sup>3</sup> )	Merma (%)	Merma (m <sup>3</sup> )	Merma Aceptable (%)	Merma Aceptable (m <sup>3</sup> )	Merma Excesiva (%)	Merma Excesiva (m <sup>3</sup> )	Merma Excesiva en cilindros	Costo unitario aprox. del litro de oxígeno	Pérdida directa (S/.)	Lucro Cesante (S/.)
2019	Octubre	9589	8010	16.46%	1579	10%	958.85	6.46%	620	62	S/. 8.02	S/. 4,969.61	S/. 3,150.77
	Noviembre	4905	4000	18.45%	905		490.47	8.45%	414	41	S/. 8.02	S/. 3,322.05	S/. 2,106.21
	Diciembre	6983	6910	1.05%	73		698.34	0.00%	0	0	S/. 8.02	S/. 0.00	S/. 0.00
2020	Enero	7685	6480	15.68%	1205		768.53	5.68%	437	44	S/. 8.02	S/. 3,503.08	S/. 2,220.98
	Febrero	9262	8280	10.60%	982		926.17	0.60%	56	6	S/. 8.02	S/. 445.53	S/. 282.47
	Marzo	6115	4600	24.77%	1515		611.50	14.77%	903	90	S/. 8.02	S/. 7,245.91	S/. 4,593.96
	Abril	10269	8210	20.05%	2059		1026.93	10.05%	1032	103	S/. 8.02	S/. 8,279.53	S/. 5,249.29
<b>PROMEDIO</b>		7830	6641	15.30%	1188	10%	782.97	6.57%	495	49	S/. 8.02	S/. 3,966.53	S/. 2,514.81
<b>TOTAL</b>		54808	46490	107.07%	8318	10%	5480.79	46.02%	3462	346	S/. 56.14	S/. 27,765.70	S/. 17,603.68

Fuente: Elaboración propia.

Analizando la pérdida directa a causa del inadecuado control en la estación envasado de los cilindros de 10m3 de oxígeno en la empresa Oxyman Comercial S.A.C., la pérdida más alta fue en el mes de abril del año 2020.

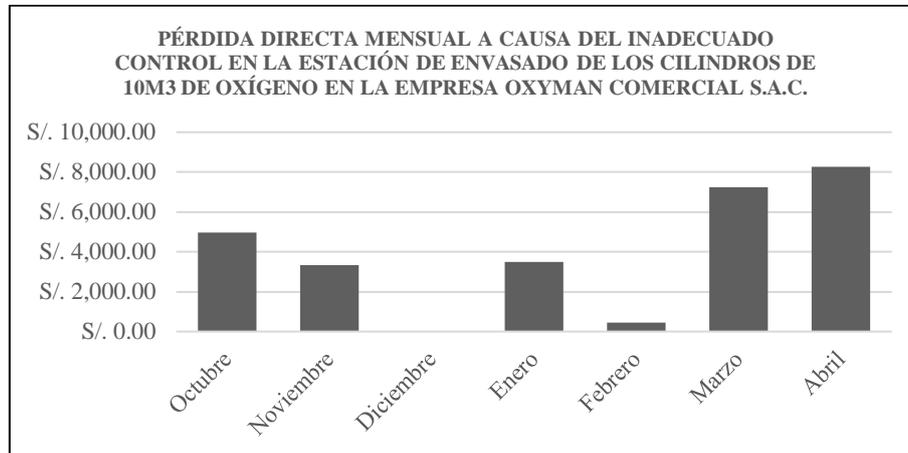


Figura 19. Pérdida directa 1 a causa de la ausencia de capacitación. Fuente: Elaboración propia.

Y con relación al lucro cesante a causa del inadecuado control en la estación envasado de los cilindros de 10m3 de oxígeno en la empresa Oxyman Comercial S.A.C., la pérdida más alta también fue en el mes de abril del año 2020.

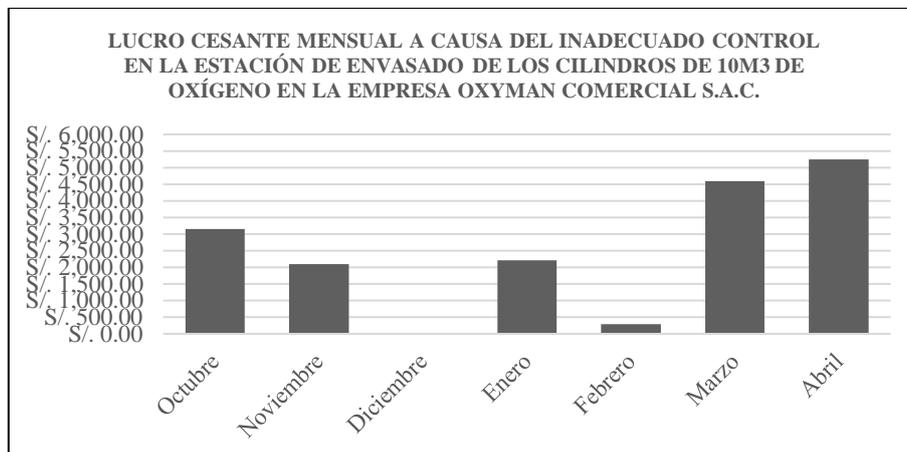
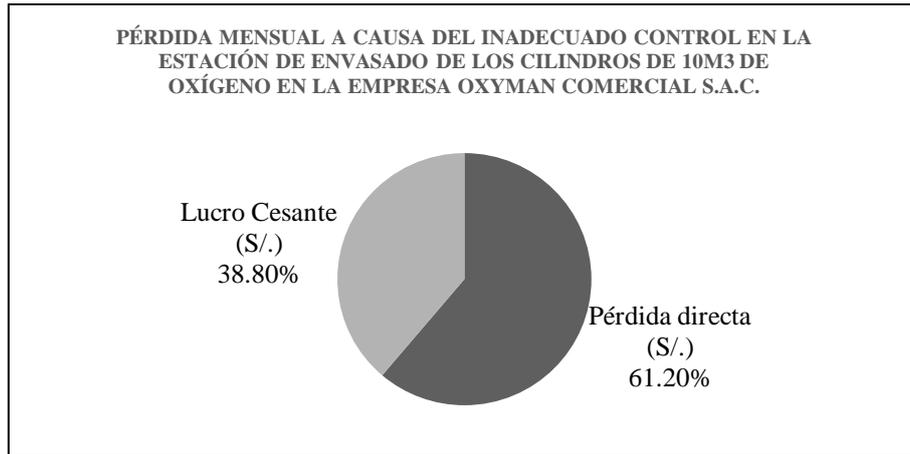


Figura 20. L.C. 1 a causa de la ausencia de capacitación. Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, del 100% de la pérdida mensual a causa del inadecuado control en la estación envasado de los cilindros de 10m3 de oxígeno en la empresa Oxyman Comercial S.A.C., el 61.20% representa pérdida directa y el 38.80% pérdida indirecta.



*Figura 21.* Pérdida 1 mensual a causa de la ausencia de capacitación.  
Fuente: Elaboración propia.

Para calcular las pérdidas monetarias debido al segundo factor de la causa raíz de ausencia de un plan de capacitación primero se determinó la producción real y la producción esperada por cada uno de los operarios, luego se restó los dos valores por cada operario para hallar la producción perdida. Con respecto al cálculo de la pérdida directa, se multiplicó la producción perdida por el costo de mano de obra por cilindro y con relación al cálculo del lucro cesante se multiplicó la pérdida directa por la utilidad obtenida al vender un cilindro de oxígeno industrial de 10m3.

Tabla 22  
*Costo de mano de obra*

<b>Sueldos</b>	S/. 1,300.00
<b>Costo de mano de obra diario</b>	S/. 50.00
<b>Costo de MO por cilindro</b>	S/. 1.96

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se muestran las pérdidas obtenidas por la presencia de personal no capacitado.

Tabla 23

*Pérdidas por la presencia de personal no capacitado*

Año	Mes	Operario	¿Capacitación?	Producción mensual	Producción total	Producción esperada	Producción esperada total	Producción perdida	Pérdida directa	Lucro Cesante
2019	Octubre	Cesar Cabrera	SI	405	801	461	921	120	S/. 235.18	S/. 6,109.32
		Miller Coronell	NO	396		461				
	Noviembre	Cesar Cabrera	SI	205	400	230	460	60	S/. 117.44	S/. 3,050.85
		Miller Coronell	NO	195		230				
	Diciembre	Cesar Cabrera	SI	348	691	397	795	104	S/. 202.89	S/. 5,270.34
		Miller Coronell	NO	343		397				
2020	Enero	Cesar Cabrera	SI	328	648	373	745	97	S/. 190.26	S/. 4,942.37
		Miller Coronell	NO	320		373				
	Febrero	Cesar Cabrera	SI	420	828	476	952	124	S/. 243.11	S/. 6,315.25
		Miller Coronell	NO	408		476				
	Marzo	Cesar Cabrera	SI	233	460	265	529	69	S/. 135.06	S/. 3,508.47
		Miller Coronell	NO	227		265				
	Abril	Cesar Cabrera	SI	415	821	472	944	123	S/. 241.06	S/. 6,261.86
		Miller Coronell	NO	406		472				
<b>PROMEDIO</b>				332.07	664.14	381.88	763.76	99.62	S/. 195.00	S/. 5,065.50
<b>TOTAL</b>				4649	4649	5346.35	5346.35	697.35	S/. 1,365.00	S/. 35,458.47

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la pérdida directa a causa de la presencia de personal no capacitado en la empresa Oxyman Comercial S.A.C., la pérdida más alta fue en el mes de febrero del año 2020.

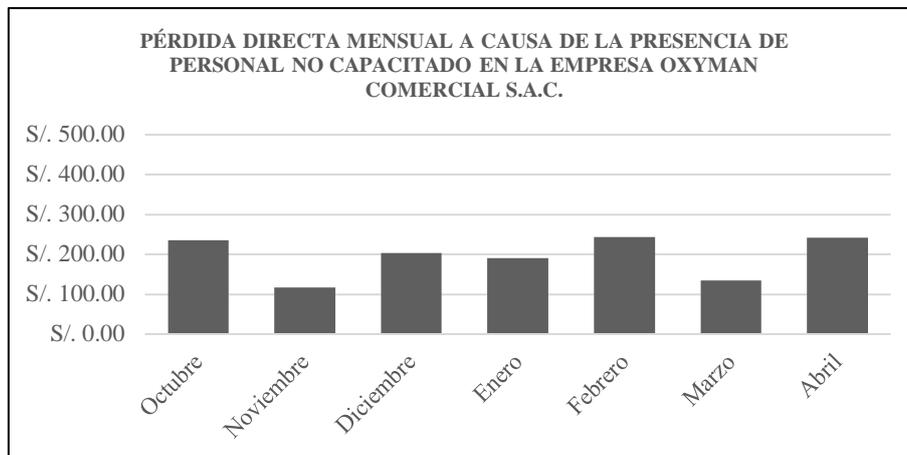


Figura 22. Pérdida directa 2 a causa de la ausencia de capacitación. Fuente: Elaboración propia.

Y respecto al lucro cesante a causa de la presencia de personal no capacitado en la empresa Oxyman Comercial S.A.C., la pérdida más alta también fue en el mes de febrero del año 2020

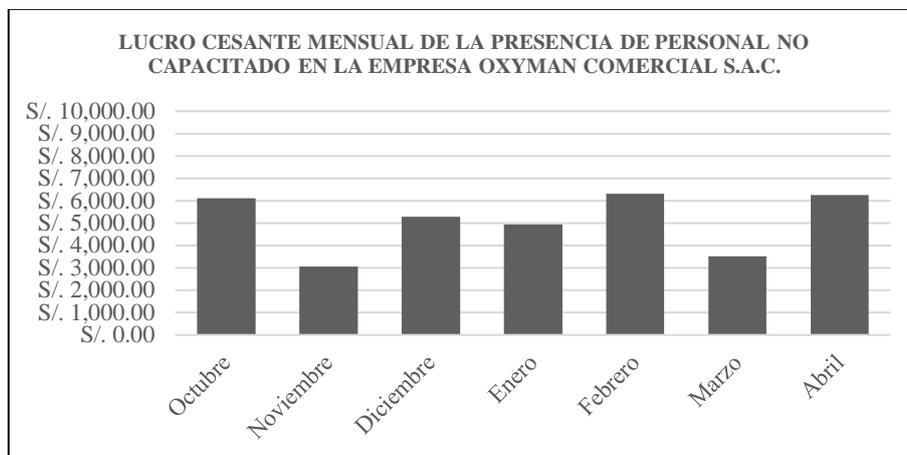


Figura 23. L.C. 2 a causa de la ausencia de capacitación. Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, del 100% de la pérdida mensual a causa de la presencia de personal no capacitado en la empresa Oxyman Comercial S.A.C., el 96.29% representa lucro cesante y el 3.71% pérdida directa.

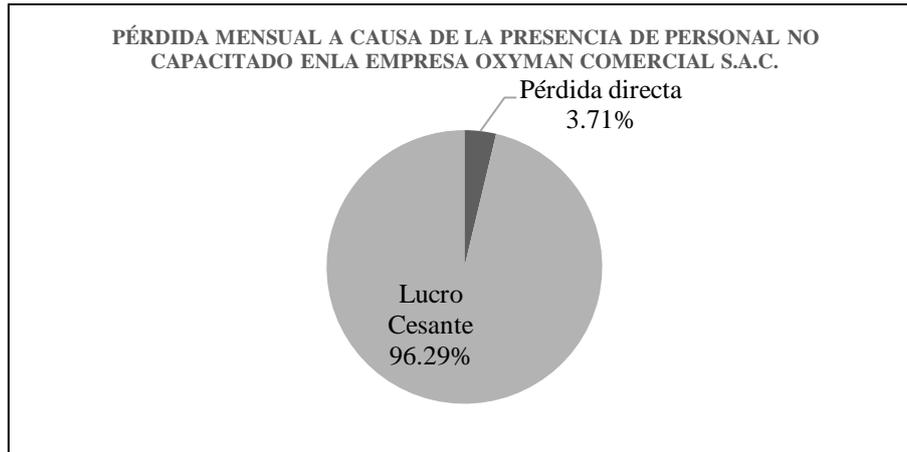


Figura 24. Pérdida directa 2 a causa de la ausencia de capacitación.  
Fuente: Elaboración propia.

Por último, la pérdida monetaria total debido a esta causa es de S/. 11,741.84.

Tabla 24

*Pérdida monetaria total por ausencia de capacitación del personal*

AUSENCIA DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE PRODUCCIÓN		PÉRDIDA DIRECTA	LUCRO CESANTE	PÉRDIDA TOTAL
F1	Inadecuado control en la estación de envasado de los cilindros de 10m3 de oxígeno.	S/. 3,966.53	S/. 2,514.81	S/. 6,481.34
F2	Presencia de personal no capacitado.	S/. 195.00	S/. 5,065.50	S/. 5,260.50
<b>PROMEDIO MENSUAL</b>		S/. 4,161.53	S/. 7,580.31	S/. 11,741.84

Fuente: Elaboración propia.

Del 100% de las pérdidas económicas ocasionadas por la falta de un plan de producción, el 55.20% son producidas por el inadecuado control en la estación de envasado de los cilindros.

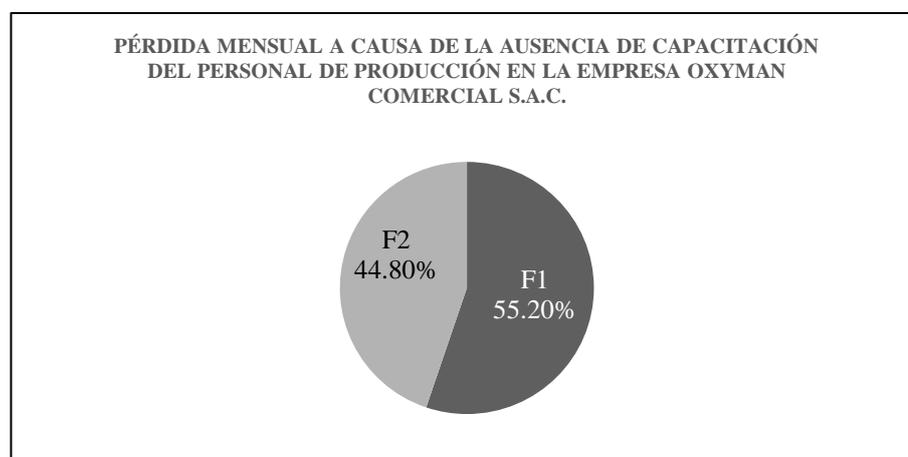


Figura 25. Pérdida por cada factor que ocasiona la ausencia de capacitación del personal. Fuente: Elaboración propia.

### Propuesta de mejora: Gestión de Talento Humano

Para implementar la Gestión de Talento Humano basada en un plan de capacitación, primero se diseñaron los **perfiles de puestos** de los trabajadores de la empresa donde se especifica el contenido de cada posición y las relaciones con los demás. Cada puesto exige ciertas competencias de su ocupante para el buen desempeño.

Tabla 25

*Perfil de Puesto del operario de la estación de envasado*

<b>Operario de Producción</b>	
<b>Ubicación:</b>	Área de producción
<b>Horario de Trabajo:</b>	7:00 a.m. - 3:00 p.m.
<b>Descripción del área de Trabajo:</b>	Llevar a cabo el envasado de cilindros de oxígeno.
<b>Funciones:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Solicitar al jefe inmediato las órdenes de trabajo para proceder con el envasado de cilindros de oxígeno (diario).</li> <li>2 Informar con tiempo anticipado al jefe inmediato para el abastecimiento del oxígeno industrial (diario).</li> <li>3 Realizar el proceso de envasado de cilindros de oxígeno de manera eficiente (diario).</li> <li>4 Reportar cualquier anomalía que identifique en el proceso de envasado, para poder proceder a la reparación inmediata (diaria).</li> <li>5 Realizar el control del estado externo de los cilindros a envasar (diario).</li> <li>6 Cumplir con los procedimientos en Materia de Seguridad y Medio Ambiente.</li> </ol>
<b>Especificación del puesto:</b>	<p>Educación: Secundaria Terminada.</p> <p>Habilidades Necesarias: Destreza manual, capacidad de aprendizaje, resistencia física y respuesta bajo presión.</p> <p>Nº de Ocupantes del puesto: 1 persona.</p> <p>Experiencia Laboral: Secundaria Terminada.</p> <p>Edad: 20 - 40 años</p> <p>Sexo: Masculino.</p>

<p><b>Conocimientos complementarios:</b> Proceso de envasado de cilindros oxígeno. Características y uso de las máquinas de envasado de cilindros de oxígeno.</p>
<p><b>Actitudes:</b> Puntualidad. Responsabilidad en la ejecución de sus labores.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Después, con el **análisis de puesto** se identificaron los deberes y responsabilidades necesarias de los operarios de la estación de envasado de la empresa deben tener para desempeñar en puesto de trabajo.

Tabla 26  
*Análisis del operario de la estación de envasado*

Área:	Área de Producción
Nombre del Puesto:	Operario de Producción
Apellidos y Nombres:	Miller Coronel Paz
<b>ENCABEZADO</b>	
Jefe Inmediato:	Jefe de producción
Nombre del Jefe Inmediato:	César Cabrera Peña
<b>DESCRIPCIÓN DEL PUESTO</b>	
Llevar a cabo el envasado de cilindros de oxígeno.	
<b>DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE SUS FUNCIONES</b>	
Solicita al jefe inmediato las órdenes de trabajo para proceder con el envasado de cilindros de oxígeno.	
Informa con tiempo anticipado al jefe inmediato para el abastecimiento del oxígeno industrial.	
Realiza el proceso de envasado de cilindros de oxígeno ocasionando presencia de mermas.	
A veces reporta cualquier anomalía que identifique en el proceso de envasado, para poder proceder a la reparación inmediata.	
Realiza el control del estado externo de los cilindros a envasar.	
Cumple con los procedimientos en Materia de Seguridad y Medio Ambiente.	
<b>DESCRIPCIÓN DEL HORARIO DE TRABAJO</b>	
El horario de entrada es a las 7:00 a.m. y el operario cumple con la hora de ingreso establecida.	

<b>REQUISITOS</b>	
Requisitos Intelectuales:	Secundaria Terminada.
Requisitos Físicos:	No padece de enfermedades crónicas.
Condiciones de Trabajo:	Está usualmente apto para desempeñar su trabajo.
<b>CONOCIMIENTOS COMPLEMENTARIOS</b>	
Proceso de envasado de cilindros oxígeno.	
Características y uso de las máquinas de envasado de cilindros de oxígeno.	
<b>ACTITUDES</b>	
Capacidad para trabajar en equipo.	
Responsable en la ejecución de sus labores.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27  
*Análisis del operario de la estación de envasado*

Área:	Área de Producción
Nombre del Puesto:	Operario de Producción
Apellidos y Nombres:	Manuel Ángel Montalban Tanta
<b>ENCABEZADO</b>	
Jefe Inmediato:	Jefe de producción
Nombre del Jefe Inmediato:	César Cabrera Peña
<b>DESCRIPCIÓN DEL PUESTO</b>	
Llevar a cabo el envasado de cilindros de oxígeno.	
<b>DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE SUS FUNCIONES</b>	
Solicita al jefe inmediato las órdenes de trabajo para proceder con el envasado de cilindros de oxígeno.	
Informa con tiempo anticipado al jefe inmediato para el abastecimiento del oxígeno industrial.	
Realiza el proceso de envasado de cilindros de oxígeno ocasionando presencia de mermas.	
No realiza el envasado de la cantidad de cilindros solicitados por el jefe inmediato.	
A veces reporta cualquier anomalía que identifique en el proceso de envasado, para poder proceder a la reparación inmediata.	
Realiza el control del estado externo de los cilindros a envasar.	

Cumple con los procedimientos en Materia de Seguridad y Medio Ambiente.	
DESCRIPCIÓN DEL HORARIO DE TRABAJO	
El horario de entrada es a las 7:00 a.m. y el operario cumple con la hora de ingreso establecida.	
REQUISITOS	
Requisitos Intelectuales:	Secundaria Terminada.
Requisitos Físicos:	No padece de enfermedades crónicas.
Condiciones de Trabajo:	Está usualmente apto para desempeñar su trabajo.
CONOCIMIENTOS COMPLEMENTARIOS	
Proceso de envasado de cilindros oxígeno.	
Características y uso de las máquinas de envasado de cilindros de oxígeno.	
ACTITUDES	
Capacidad para trabajar en equipo.	
Responsable en la ejecución de sus labores.	

Fuente: Elaboración propia.

Luego, con la ayuda de la **evaluación de desempeño** o también denominada como evaluación del rendimiento se logró conocer el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos a nivel individual de cada uno de los trabajadores de la estación de envasado de la empresa.

Tabla 28

*Evaluación de Desempeño del primer operario de la estación de envasado*

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO						
<b>Nombre del trabajador:</b>	Miller Coronel Paz			<b>Fecha:</b>		
<b>Área:</b>	Área de Producción			<b>Puesto:</b>	Operario de Producción	
<b>Desempeño en la función:</b> Desempeño actual del trabajador en su función						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Producto</b>				4		
Ejecuta correctamente su trabajo en el envasado de cilindros de oxígeno al ritmo propuesto.	Envasado inadecuado.	Envasado apenas aceptable.	Envasado satisfactorio, pero sin nada de especial.	Siempre realiza un buen envasado.	Siempre da cuenta de un volumen realmente sobresaliente.	4
<b>Calidad</b>			3			
Desempeña la labor de envasado de cilindros de oxígeno sin descuido, realizando su labor con cuidado.	Comete demasiados errores y muestra falta de cuidado.	Generalmente satisfactorio, pero a veces deja dudas en el proceso.	En general trabaja con cuidado.	Siempre realiza bien su trabajo.	Su trabajo muestra cuidado extraordinario sin equivocaciones.	3
<b>Responsabilidad</b>				4		
Lleva a cabo el envasado de cilindros de oxígeno en el tiempo acordado, sin control perseverante.	Es imposible depender de sus servicios y necesita inspección persistente.	No siempre se puede contar con resultados deseados si no cuenta con suficiente supervisión.	Se puede depender de él con una supervisión normal.	Tiene buena disposición y basta con darle una pequeña instrucción.	Merece el máximo de seguridad y no necesita supervisión.	4
<b>Cooperación</b>				4		
Acepta órdenes de su jefe inmediato sin reclamar y contribuye con sus compañeros.	Poco dispuesto a cooperar y a menudo muestra falta de respeto.	A veces difícil de tratar, muestra poco entusiasmo.	Generalmente cumple de buen carácter lo que se le dice. Está satisfecho con su trabajo.	Siempre dispuesto a ayudar y cooperar con sus colegas.	Coopera al máximo. Se esfuerza por ayudar a sus colegas.	4
<b>Presentación personal</b>				4		
Da una buena impresión personal (manera de vestir, arreglo personal, cabello, etc.).	Relajado. Descuidado.	A veces descuida su aspecto.	Normalmente está bien relajado.	Cuidadoso en su forma de vestir.	Excepcionalmente bien cuidado y presentable.	4
<b>TOTAL</b>						19

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29

*Evaluación de Desempeño del segundo operario de la estación de envasado*

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO						
<b>Nombre del trabajador:</b>	Manuel Ángel Montalban Tanta			<b>Fecha:</b>		
<b>Área:</b>	Área de Producción			<b>Puesto:</b>	Operario de Producción	
<b>Desempeño en la función:</b> Desempeño actual del trabajador en su función						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Producto</b>			3			
Ejecuta correctamente su trabajo en el envasado de cilindros de oxígeno al ritmo propuesto.	Envasado inadecuado.	Envasado apenas aceptable.	Envasado satisfactorio, pero sin nada de especial.	Siempre realiza un buen envasado.	Siempre da cuenta de un volumen realmente sobresaliente.	3
<b>Calidad</b>		2				
Desempeña la labor de envasado de cilindros de oxígeno sin descuido, realizando su labor con cuidado.	Comete demasiados errores y muestra falta de cuidado.	Generalmente satisfactorio, pero a veces deja dudas en el proceso.	En general trabaja con cuidado.	Siempre realiza bien su trabajo.	Su trabajo muestra cuidado extraordinario sin equivocaciones.	2
<b>Responsabilidad</b>			3			
Lleva a cabo el envasado de cilindros de oxígeno en el tiempo acordado, sin control perseverante.	Es imposible depender de sus servicios y necesita inspección persistente.	No siempre se puede contar con resultados deseados si no cuenta con suficiente supervisión.	Se puede depender de él con una supervisión normal.	Tiene buena disposición y basta con darle una pequeña instrucción.	Merece el máximo de seguridad y no necesita supervisión.	3
<b>Cooperación</b>			3			
Acepta órdenes de su jefe inmediato sin reclamar y contribuye con sus compañeros.	Poco dispuesto a cooperar y a menudo muestra falta de respeto.	A veces difícil de tratar, muestra poco entusiasmo.	Generalmente cumple de buen carácter lo que se le dice. Está satisfecho con su trabajo.	Siempre dispuesto a ayudar y cooperar con sus colegas.	Coopera al máximo. Se esfuerza por ayudar a sus colegas.	3
<b>Presentación personal</b>				4		
Da una buena impresión personal (manera de vestir, arreglo personal, cabello, etc.).	Relajado. Descuidado.	A veces descuida su aspecto.	Normalmente está bien relajado.	Cuidadoso en su forma de vestir.	Excepcionalmente bien cuidado y presentable.	4
<b>TOTAL</b>						15

Fuente: Elaboración propia.

Para hallar el grado de cumplimiento de los objetivos de los trabajadores de la estación de envasado se calificó a través de la ponderación de factores dependiendo del resultado que cada operario obtuvo. A continuación, se muestra la calificación que se puede obtener según el rango obtenido.

Tabla 30  
*Ponderación de factores para la Evaluación de Desempeño*

PONDERACIÓN DE FACTORES	
CALIFICACIÓN	RANGOS
Sobresaliente	41 a 50
Muy bueno	31 a 40
Bueno	21 a 30
Regular	11 a 20
Deficiente	1 a 10

Fuente: Elaboración propia.

Luego, se procedió a calificar a los trabajadores de la empresa según el puntaje que cada uno obtuvo en la evaluación de desempeño realizada con anterioridad, identificándose así que los dos operarios de la estación de envasado necesitan ser capacitados.

Tabla 31  
*Puntaje y calificación de los trabajadores*

COLABORADOR	PUNTAJE	CALIFICACIÓN
Miller Coronel Paz	19	Regular
Manuel Ángel Montalban Tanta	15	Regular
<b>Total de personal a capacitar</b>		<b>33%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Luego, se diseñó un **programa de capacitación** que explica detalladamente los diferentes módulos, sesiones, objetivos, las condiciones administrativas en las que se desarrollará la capacitación y las fechas en que se realizará cada uno de los aspectos descritos. El programa responde a las demandas organizacionales y las necesidades de los trabajadores de la estación de envasado de la empresa Oxyman Comercial S.A.C.

Tabla 32  
Diseño del programa de capacitación

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN																				
CAPACITACIÓN	MÓDULOS	SESIONES	DIRIGIDO	OBJETIVO	CRONOGRAMA															
					Mayo				Junio				Julio				Agosto			
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ENVASADO DE OXÍGENO INDUSTRIAL	Proceso de Envasado de Oxígeno Industrial	Tema 1: ¿Qué es el oxígeno industrial?	Operarios del área de envasado de la empresa.	Correcto envasado del oxígeno industrial.																
		Tema 2: Características del oxígeno industrial.																		
		Tema 3: Usos del oxígeno industrial.																		
		Tema 4: Flujo de envasado del oxígeno industrial.																		
		Tema 5: Control de calidad del producto terminado.																		
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	Fundamentos de la Gestión y Aseguramiento de la Calidad	Tema 1: La empresa moderna y la relación entre calidad y competitividad.																		
		Tema 2: Gestión y aseguramiento de la calidad en la empresa.																		
		Tema 3: Calidad como estrategia de competitividad.																		
		Tema 4: Compromiso de operarios, ejecutivos, supervisores y jefes con el éxito del aseguramiento de la calidad.																		
RELACIONES HUMANAS	Comunicación Asertiva	Tema 1: El proceso de comunicación.																		
		Tema 2: ¿Por qué no nos comunicamos bien?																		
		Tema 3: ¿Que es la asertividad?																		
		Tema 4: Elementos para la buena comunicación.																		
		Tema 5: Claridad en el mensaje.																		

Fuente: Elaboración propia.

Del programa de capacitación se diseñaron las cartillas donde se explica cada uno de los módulos.

Tabla 33

*Cartilla del módulo 1 de capacitación*

<b>MÓDULO N° 01</b>	
ENVASADO DE OXÍGENO INDUSTRIAL	
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN</b>
Correcto envasado del oxígeno industrial.	8 horas
<b>DE INTERÉS PARA</b>	
Todos los operarios del área de envasado de la empresa.	
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>
No se requieren conocimientos básicos.	Personas con conocimientos homogéneos.
<b>PROGRAMA</b>	
Tema 1: ¿Qué es el oxígeno industrial?	
Tema 2: Características del oxígeno industrial.	
Tema 3: Usos del oxígeno industrial.	
Tema 4: Flujo de envasado del oxígeno industrial.	
Tema 5: Control de calidad del producto terminado.	
<b>PRÁCTICAS</b>	
Cuestionario general sobre la elaboración de los cilindros de oxígeno.	
<b>METODOLOGÍA</b>	
Exposición teórica por el expositor, con ayuda de pantalla, módulos y prácticas grupales.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34

*Cartilla del módulo 2 de capacitación*

<b>MÓDULO N° 02</b>	
FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN</b>
Entregar métodos concretos que apoyen la implantación de la Gestión de la Calidad en la empresa, para que los operarios cumplan y mantengan el plan de calidad.	6 horas
<b>DE INTERÉS PARA</b>	
Todos los operarios del área de envasado de la empresa.	
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>
No se requieren conocimientos básicos.	Personas con conocimientos homogéneos.
<b>PROGRAMA</b>	
Tema 1: La empresa moderna y la relación entre calidad y competitividad.	
Tema 2: Gestión y aseguramiento de la calidad en la empresa.	
Tema 3: Calidad como estrategia de competitividad.	
Tema 4: Compromiso de operarios, ejecutivos, supervisores y jefes con el éxito del aseguramiento de la calidad.	
<b>PRÁCTICAS</b>	
Cuestionario general sobre fundamentos de la Gestión y Aseguramiento de la Calidad.	
<b>METODOLOGÍA</b>	
Exposición teórica por el expositor, con ayuda de pantalla, módulos y prácticas grupales.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35  
*Cartilla del módulo 3 de capacitación*

<b>MÓDULO N° 03</b>	
<b>COMUNICACIÓN ASERTIVA</b>	
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN</b>
Mejorar las habilidades sociales de los operarios para lograr mejores relaciones interpersonales.	4 horas
<b>DE INTERÉS PARA</b>	
Todos los operarios del área de envasado de la empresa.	
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>
No se requieren conocimientos básicos.	Personas con conocimientos homogéneos.
<b>PROGRAMA:</b>	
Tema 1: El proceso de comunicación.	
Tema 2: ¿Por qué no nos comunicamos bien?	
Tema 3: ¿Que es la asertividad?	
Tema 4: Elementos para la buena comunicación.	
Tema 5: Claridad en el mensaje.	
<b>PRÁCTICAS:</b>	
Formulario general sobre comunicación asertiva.	
<b>METODOLOGÍA</b>	
Exposición teórica por el expositor, con ayuda de pantalla, módulos y prácticas grupales.	

Fuente: Elaboración propia.

Por un lado, la **Evaluación de la satisfacción de la Capacitación** permitirá evaluar el nivel de calidad y cumplimiento que los trabajadores de la empresa han tenido en la realización de los cursos, proporcionando información para determinar mejoras futuras (Ver Anexo 4).

Con el apoyo de las herramientas mostradas con anterioridad para implementar un plan de capacitación en la empresa Oxyman Comercial S.A.C. se va a poder identificar la necesidad de conocimientos de los trabajadores de la estación de envasado, así como conocer y monitorear la satisfacción de las capacitaciones logrando así reducir las pérdidas económicas. En la siguiente tabla se puede observar los costos antes y después del desarrollo de la propuesta de mejora:

Tabla 36  
*Pérdidas monetarias antes y después de la capacitación del personal*

N° CAUSA RAÍZ	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL	PÉRDIDA 1 MENSUAL (S/.)	VALOR META	PÉRDIDA 2 MENSUAL (S/.)	BENEFICIO (S/.)	METODOLOGÍAS	HERRAMIENTA DE MEJORA	INVERSIÓN (S/.)
CRIP	Ausencia de capacitación del personal de producción.	% de personal de producción capacitado.	$\frac{\text{N° de Personal de Producción Capacitado}}{\text{N° Total de Personal de Producción}} \times 100$	50.00%	S/. 11,741.84	100.00%	S/. 2,029.22	S/. 9,712.62	Gestión de Talento Humano.	Perfil de Puesto / Análisis de Puesto / Formato de evaluación de desempeño / Diagrama de Gantt / Cartillas	S/.5,000.00

Fuente: Elaboración propia.

### **2.6.3. Gestión de Mantenimiento Preventivo**

#### **Descripción de la causa raíz CR3P: Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo**

El compresor y vaporizador de la línea de producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo dando origen a que solo se les de mantenimiento cuenta identifican un problema y no previniéndolo que sería la mejor opción para evitar las paradas imprevistas y por consiguiente las que pérdidas económicas para la empresa.

#### **Monetización de pérdidas**

Para determinar las pérdidas monetarias que ocasiona esta causa, se registraron las paradas imprevistas de las dos máquinas (el compresor y el vaporizador). Luego, se calculó la producción de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> que no se han producido durante el tiempo en que las máquinas estuvieron paradas, multiplicando la cantidad de tiempo de parada en horas por la cantidad de cilindros que pueden ser producidos durante una hora. A continuación, para hallar la pérdida directa, se multiplica el tiempo de total de paradas por el costo de mano de obra de los operarios encargados de esa etapa de la producción, con respecto a la pérdida indirecta se multiplicó el tiempo total de paradas por el costo de manteniendo de las máquinas por hora, y finalmente, con relación al lucro cesante se multiplicó la producción perdida de cilindros de oxígeno por la utilidad que se obtiene al vender un cilindro de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup>.

Posteriormente, se muestran los datos para el cálculo de las pérdidas monetarias por falta de mantenimiento preventivo del compresor.

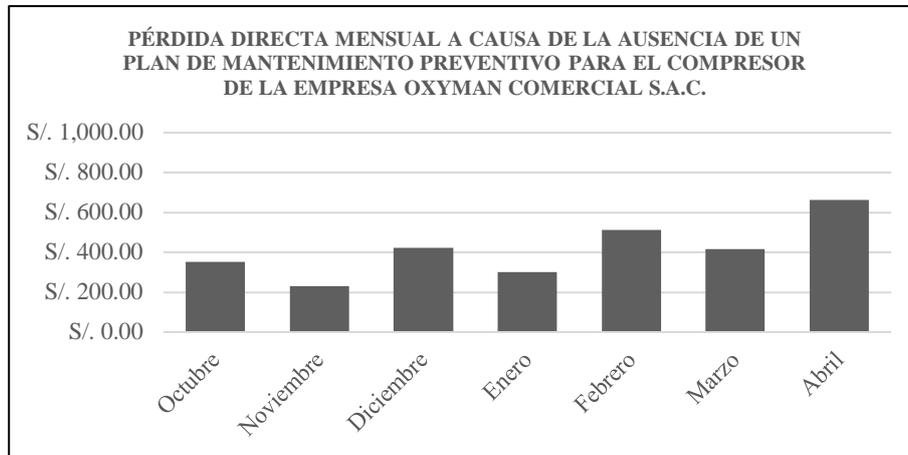
Tabla 37

*Pérdidas monetarias por falta de mantenimiento preventivo del compresor*

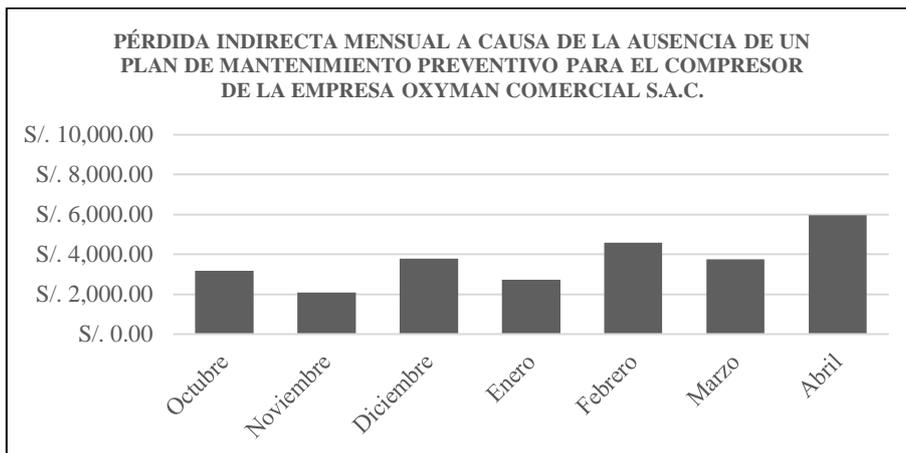
Año	Mes	Nº de paradas	Tiempo de parada (hr)	Tiempo total de parada (hr)	Producción perdida (cilindros)	Pérdida directa	Pérdida indirecta	Lucro Cesante
2019	Octubre	3	6	56.4	169.2	S/. 352.50	S/. 3,172.50	S/. 8,603.39
		2	7.2					
		3	8					
	Noviembre	4	6.3	37	111	S/. 231.25	S/. 2,081.25	S/. 5,644.07
		2	5.9					
	Diciembre	2	7.55	67.52	202.56	S/. 422.00	S/. 3,798.00	S/. 10,299.66
		4	8.5					
		2	9.21					
	2020	Enero	3	9.9	48.3	144.9	S/. 301.88	S/. 2,716.88
2			9.3					
Febrero		4	9.3	81.8	245.4	S/. 511.25	S/. 4,601.25	S/. 12,477.97
		2	8.5					
		3	9.2					
Marzo		3	7.6	66.8	200.4	S/. 417.50	S/. 3,757.50	S/. 10,189.83
		5	8.8					
Abril		4	7.8	106.2	318.6	S/. 663.75	S/. 5,973.75	S/. 16,200.00
		5	9.9					
	3	8.5						
<b>Promedio</b>		4	8.192	66.289	198.866	S/. 414.30	S/. 3,728.73	S/. 10,111.82
<b>Total</b>		56	147.460	464.020	1392.060	S/. 2,900.13	S/. 26,101.13	S/. 70,782.71

Fuente: Elaboración propia.

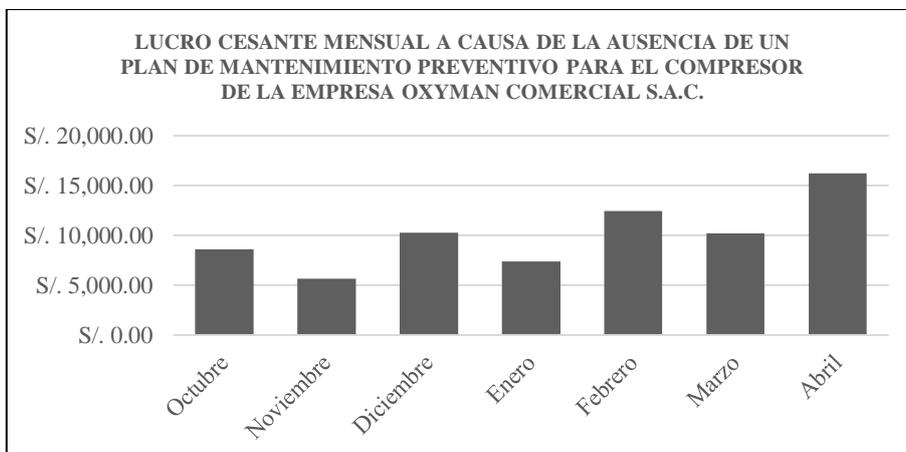
Al analizar la pérdida directa, indirecta y lucro cesante a causa de la ausencia de un plan de M.P. de la compresora, se observa las más altas fueron en el mes de abril del 2020.



*Figura 26.* Pérdida directa a causa de la ausencia de un plan de M.P. para la compresora. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 27.* Pérdida indirecta a causa de la ausencia de un plan de M.P. para la compresora. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 28.* Lucro cesante a causa de la ausencia de un plan de M.P. para la compresora. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al 100 % de las pérdidas directas debido a la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo de la compresora, el 70.94% es lucro cesante, el 26.16% es pérdida indirecta y el 2.91% es pérdida directa.

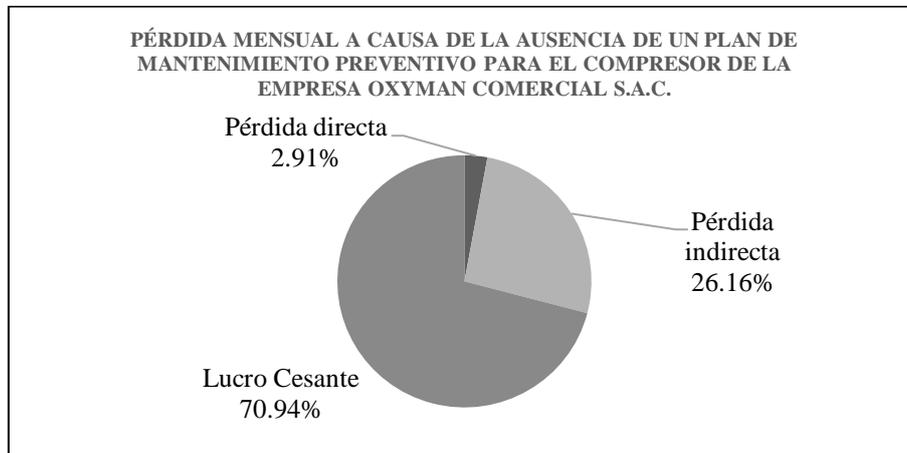


Figura 29. Pérdida mensual a causa de la ausencia de un plan de M.P. para el compresor. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran los datos para el cálculo de las pérdidas monetarias por falta de mantenimiento preventivo del vaporizador.

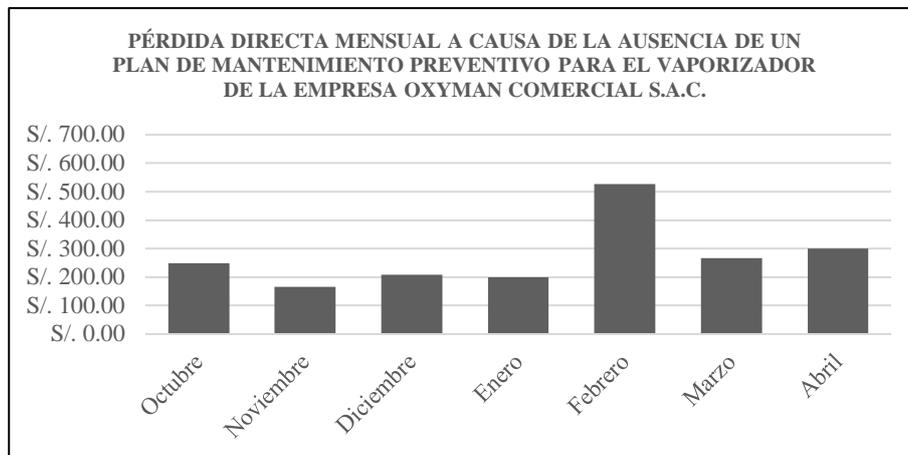
Tabla 38

*Pérdidas monetarias por falta de mantenimiento preventivo del vaporizador*

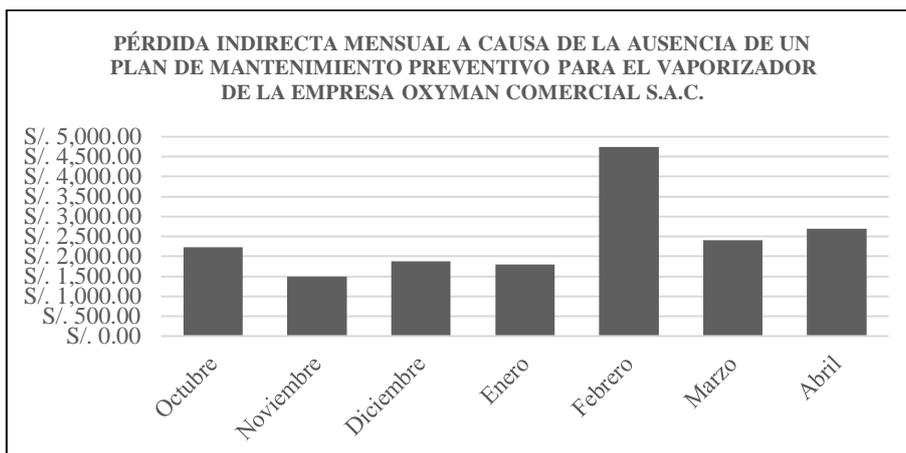
Año	Mes	Nº de paradas	Tiempo de parada (hr)	Tiempo total de parada (hr)	Producción perdida (cilindros)	Pérdida directa	Pérdida indirecta	Lucro Cesante
2019	Octubre	3	5.5	39.7	119.1	S/. 248.13	S/. 2,233.13	S/. 6,055.93
		2	5.3					
		2	6.3					
	Noviembre	2	7.1	26.4	79.2	S/. 165.00	S/. 1,485.00	S/. 4,027.12
		2	6.1					
	Diciembre	2	6.2	33.24	99.72	S/. 207.75	S/. 1,869.75	S/. 5,070.51
		2	5.1					
		2	5.32					
	2020	Enero	2	8.55	31.9	95.7	S/. 199.38	S/. 1,794.38
2			7.4					
Febrero		3	6.9	84.25	252.75	S/. 526.56	S/. 4,739.06	S/. 12,851.69
		5	6.87					
		4	7.3					
Marzo		3	5.7	42.82	128.46	S/. 267.63	S/. 2,408.63	S/. 6,531.86
		4	6.43					
Abril		4	7.3	47.94	143.82	S/. 299.63	S/. 2,696.63	S/. 7,312.88
		2	4.77					
	4	2.3						
<b>Promedio</b>		3	6.136	43.750	131.250	S/. 273.44	S/. 2,460.94	S/. 6,673.73
<b>Total</b>		50	110.440	306.250	918.750	S/. 1,914.06	S/. 17,226.56	S/. 46,716.10

Fuente: Elaboración propia.

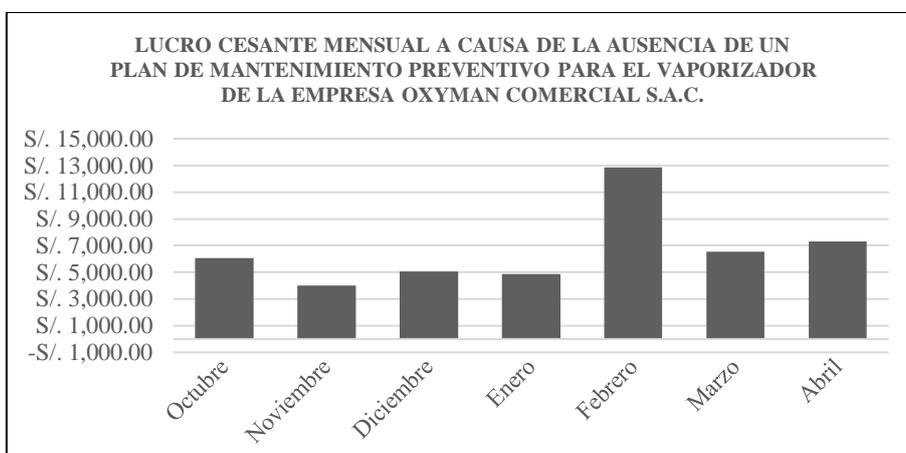
Después de analizar la pérdida directa, indirecta y lucro cesante a causa de la ausencia de un plan de M.P. del vaporizador, se observa las más altas fueron en el mes de febrero del 2020.



*Figura 30.* Pérdida directa a causa de la ausencia de un plan de M.P. para el vaporizador. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 31.* Pérdida indirecta a causa de la ausencia de un plan de M.P. para el vaporizador. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 32.* Lucro Cesante a causa de la ausencia de un plan de M.P. para el vaporizador. Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al 100 % de las pérdidas directas debido a la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo del vaporizador, el 70.94% es lucro cesante, el 26.16% es pérdida indirecta y el 2.91% es pérdida directa.

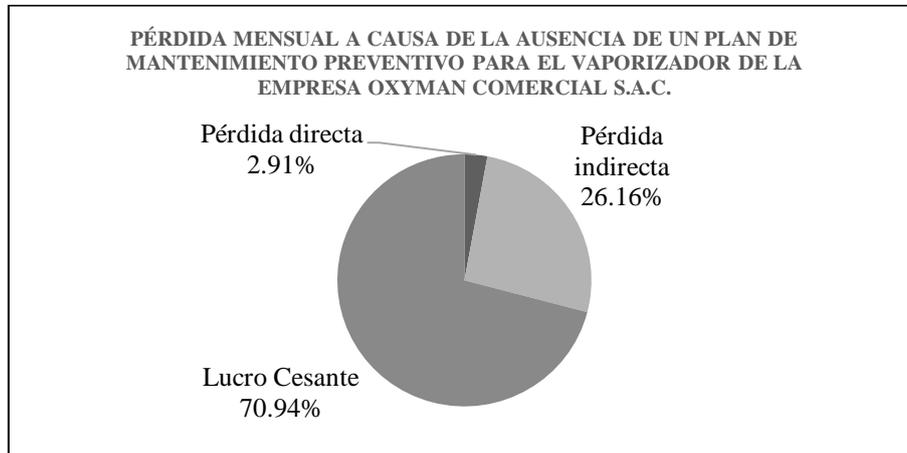


Figura 33. Pérdida mensual a causa de la ausencia de un plan de M.P. para el vaporizador. Fuente: Elaboración propia.

La pérdida monetaria por falta de un plan de mantenimiento preventivo es de S/. 23,662.96.

Tabla 39

*Pérdida monetaria total por ausencia de un plan de M.P.*

	<b>PÉRDIDA DIRECTA</b>	<b>PÉRDIDA INDIRECTA</b>	<b>LUCRO CESANTE</b>	<b>PÉRDIDA TOTAL</b>
<b>Compresor</b>	S/. 414.30	S/. 3,728.73	S/. 10,111.82	S/. 14,254.85
<b>Vaporizador</b>	S/. 273.44	S/. 2,460.94	S/. 6,673.73	S/. 9,408.10
<b>PROMEDIO MENSUAL</b>	S/. 687.74	S/. 6,189.67	S/. 16,785.54	S/. 23,662.96

Fuente: Elaboración propia.

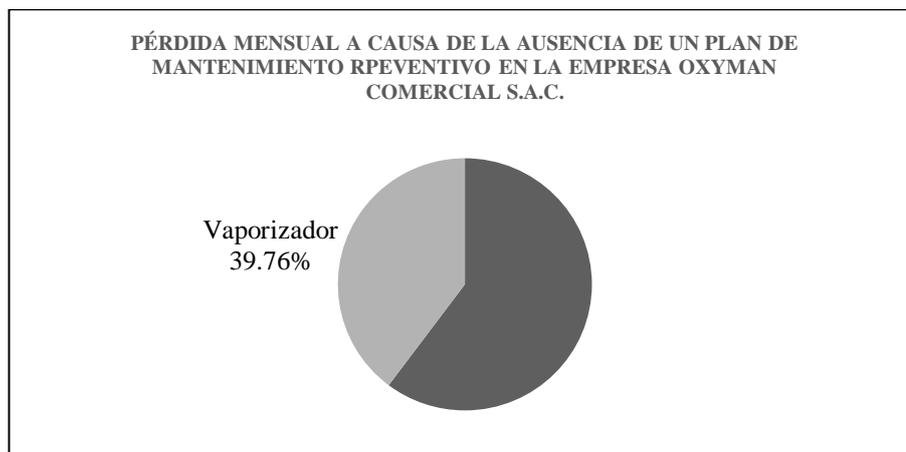


Figura 34. Pérdida por cada factor que ocasiona la ausencia de un plan de M.P. Fuente: Elaboración propia.

### Propuesta de mejora: Gestión de Mantenimiento Preventivo

Para implementar la Gestión de Mantenimiento Preventivo, primero se diseñaron las **hojas de información** de cada máquina, en donde se identifica las fallas junto con sus causas, efectos y frecuencia de cada una.

Tabla 40  
*Hoja de información del compresor*

HOJA DE INFORMACIÓN OXYMAN COMERCIAL S.A.C.		Equipo: Compresor		
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	FRECUENCIA DE LA FALLA
	¿perdida de función?	¿Qué causa la falla?	¿Qué ocurre cuando falla?	
A. Aumentar la presión del oxígeno	Incapaz de aumentar la presión del oxígeno	1. Faja rota.	Parada en el compresor	3
		2. Falla en la válvula.	Retorno de refrigerante	4
		3. Falta de enfriamiento.	Sobrecalentamiento del compresor	4
		4. Elevada presiones de descarga.		2
		5. Ventiladores quemados.		3
	Inadecuado aumento de la presión del oxígeno	6. Mala lubricación.	Incremento del rozamiento	1
		7. Desprendimiento de partículas.	Filtro de aceite tapado	2
		8. Pérdida de gas- refrigerante.	Pérdida de lubricación	4
		9. Aceite atrapado en el evaporador.		5
		10. Anillo desgastados.	Pérdida de fuerza	2
		11. La válvula de presión mínima no funciona.	Aceite en el aire comprimido	4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41  
*Hoja de información del evaporizador*

HOJA DE INFORMACIÓN OXYMAN COMERCIAL S.A.C.		Equipo : Evaporizador		
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTO DE LA FALLA	FRECUENCIA DE LA FALLA
	¿perdida de función?	¿Qué causa la falla?	¿Qué ocurre cuando falla?	
B. Reducir la resistencia térmica	Incapaz de reducir la resistencia térmica	1. Evaporador sucio o helado.	Problemas de flujo de aire	4
		2. Las aspas del ventilador presenta fallas.		2
		3. Poco o demasiado refrigerante.	Problemas de refrigerante	5
	4. Humedad del aire excesiva en cámara.	Evaporador bloqueado de escarcha	1	

Inadecuada reducción de la resistencia térmica	5. Falta de control de presión.	Fuerte caída de presión en el evaporador	2
--	---------------------------------	--	---

Fuente: Elaboración propia.

Luego, se determina el nivel de criticidad por cada modo de falla de cada una de las máquinas.

La herramienta a utilizar es la matriz de criticidad obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 42

*Matriz de criticidad del compresor*

OXYMAN COMERCIAL S.A.C	Máquina:			Compresor			Cantidad	1
	CONSECUENCIAS							
MODOS DE FALLA	Impacto ambiental	Impacto personal	Impacto poblacional	Daños a la instalación	Impacto a la producción	Impacto total	Frecuencia de fallas	CRITICIDAD
1. Faja rota.	1	5	5	1	1	13	3	39
2. Falla en la válvula.	1	1	1	1	1	5	4	20
3. Falta de enfriamiento.	2	1	1	1	1	6	4	24
4. Elevada presiones de descarga.	1	2	1	1	1	6	2	12
5. Ventiladores quemados.	1	1	1	1	1	5	3	15
6. Mala lubricación.	1	1	1	1	1	5	1	5
7. Desprendimiento de partículas.	1	2	1	1	1	6	2	12
8. Pérdida de gas-refrigerante.	1	1	1	2	1	6	4	24
9. Aceite atrapado en el evaporador.	1	1	2	1	1	6	5	30
10. Anillo desgastados.	1	1	1	1	1	5	2	10
11. La válvula de presión mínima no funciona.	1	1	1	1	1	5	4	20
<b>TOTAL</b>								83

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43

*Matriz de criticidad del evaporizador*

OXYMAN COMERCIAL S.A.C	Máquina:			Evaporizador			Cantidad	1
	CONSECUENCIAS							
MODOS DE FALLA	Impacto ambiental	Impacto personal	Impacto poblacional	Daños a la instalación	Impacto a la producción	Impacto total	Frecuencia de fallas	CRITICIDAD
1. Evaporador sucio o helado.	1	1	2	2	1	7	4	28
2. Las aspas del ventilador presenta fallas.	1	2	1	1	1	6	2	12
3. Poco o demasiado refrigerante.	1	2	2	1	1	7	5	35
4. Humedad del aire excesiva en cámara.	1	1	1	1	2	6	1	6

5. Falta de control de presión.	1	1	1	1	1	5	2	10
<b>TOTAL</b>								91

Fuente: Elaboración propia.

Luego, se presenta las sub causas por cada modo de falla de cada máquina (compresor y evaporizador), haciendo uso del **árbol de fallas**.

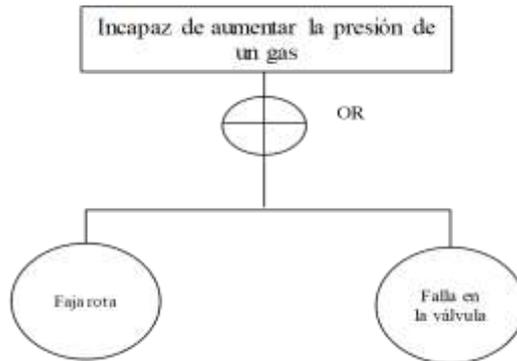


Figura 35. Árbol de fallas 1 para el compresor. Fuente: Elaboración propia.



Figura 36. Árbol de fallas 2 para el compresor. Fuente: Elaboración propia.



Figura 37. Árbol de fallas 1 para el evaporizador. Fuente: Elaboración propia.

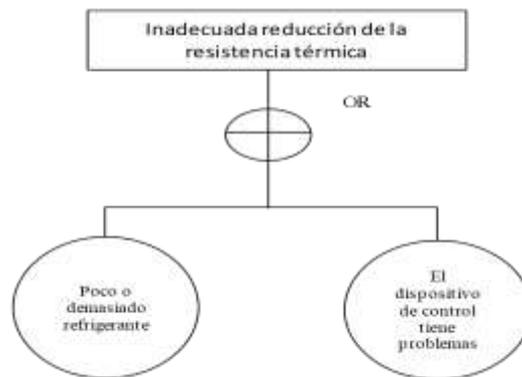


Figura 38. Árbol de fallas 1 para el evaporizador. Fuente: Elaboración propia.

Luego, a través del **diagrama RCM II** se detalla las tareas a realizar por cada modo de falla de cada una de las máquinas.

Tabla 44  
*Diagrama RCM II*

MODOS DE FALLAS	H	H1	H2	H3	H4	H5	S	S1	S2	TIPO DE MANTENIMIENTO
										ESCOGIDO
1. Faja rota.	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	Tarea de Sustitución cíclica
2. Falla en la válvula.	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	Tarea de Sustitución cíclica
3. Falta de enfriamiento.	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	Tarea de Condición
4. Elevada presiones de descarga.	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	Tarea de Condición
5. Ventiladores quemados.	NO	SI	NO	SI	-	-	-	-	-	Tarea de Condición
6. Mala lubricación.	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	Tarea de Condición
7. Desprendimiento de partículas.	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	Tarea de Condición
8. Pérdida de gas-refrigerante.	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	Tarea de Sustitución cíclica
9. Aceite atrapado en el evaporador.	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	Tarea de Sustitución cíclica
10. Anillo desgastados.	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	Tarea de Sustitución cíclica
11. La válvula de presión mínima no funciona.	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	Tarea de Sustitución cíclica
12. Evaporador sucio o helado.	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	Tarea de Condición
13. Las aspas del ventilador presenta fallas.	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	Tarea de Condición
14. Poco o demasiado refrigerante.	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	Tarea de Condición
15. Humedad del aire excesiva en cámara.	SI	-	-	-	-	-	SI	SI	-	Tarea de Condición
16. Falta de control de presión.	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	Tarea de Sustitución cíclica

Fuente: Elaboración propia.

Luego se diseñan las hojas de decisiones para ambas máquinas: compresor y evaporador, el cual se detalla las tareas propuestas por cada modo de falla, a su vez la frecuencia con la que se realizará ello y por quién será realizado ya sea el mismo operario de la empresa Oxyman Comercial S.A.C o alguna empresa tercerizada.

Tabla 45

Hoja de decisión RCM II para el compresor

HOJA DE DECISIÓN DE RCM II														
Máquina	Compresor								Fecha de realización			Realizado por		
									Fecha de revisión			Revisado por		
MF	EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS								H1	H2	H3	TAREA PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	REALIZADA LA TAREA
									S1	S2	S3			
									E1	E2	E3			
H	H1	H2	H3	H4	H5	S	S1	S2	S3					
1	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	-	Monitoreo de las fajas	Trimestral	Operario	
2	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	-	Chequeo de las válvulas	Anual	Operario	
3	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	Inspección al componente de enfriamiento	Bimestral	Operario	
4	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	Calibración de la presión	Mensual	Operario	
5	NO	SI	NO	SI	-	-	-	-	-	-	Inspección de los ventiladores	Anual	Operario	
6	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	Lubricación	Bimestral	Operario	
7	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	Chequeo de las partículas	Anual	Operario	
8	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	-	Monitoreo del gas refrigerante	Bimestral	Operario	
9	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	-	Aceitado	Mensual	Operario	
10	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	-	Cambio de anillos	Anual	Terceros	
11	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	-	Inspección de las válvulas	Bimestral	Operario	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46

Hoja de decisión RCM II para el evaporizador

HOJA DE DECISIÓN DE RCM II														
Máquina	Evaporizador								Fecha de realización			Realizado por		
									Fecha de revisión			Revisado por		
MF	EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS								H1	H2	H3	TAREA PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	REALIZADA LA TAREA
									S1	S2	S3			
									E1	E2	E3			
H	H1	H2	H3	H4	H5	S	S1	S2	S3					
12	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	Revisión al evaporador	Anual	Terceros	
13	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	Chequeo de las aspas del ventilador	Bimestral	Operario	
14	NO	SI	-	-	-	-	-	-	-	-	Monitoreo del refrigerante	Anual	Operario	
15	SI	-	-	-	-	-	SI	SI	-	-	Verificación de la humedad	Bimestral	Operario	
16	NO	NO	NO	SI	-	-	-	-	-	-	Control de la presión	Mensual	Operario	

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se diseñó el **Plan de Mantenimiento Preventivo** para que las tareas anteriormente propuesta sean realizadas de acuerdo a la frecuencia presentada en el cuadro adjunto. Asimismo, cabe resaltar que este plan está a base de un año.



Utilizando las herramientas mostradas para implementar un plan de mantenimiento preventivo la empresa va poder realizar mantenimientos para evitar paradas imprevistas del compresor y evaporizador, logrando así disminuir las pérdidas económicas. Los costos antes y después del desarrollo de la propuesta de mejora se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 48  
*Pérdidas monetarias antes y después del plan de mantenimiento preventivo*

N° CAUSA RAÍZ	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VALOR ACTUAL	PÉRDIDA 1 MENSUAL (S/.)	VALOR META	PÉRDIDA 2 MENSUAL (S/.)	BENEFICIO (S/.)	METODOLOGÍAS	HERRAMIENTA DE MEJORA	INVERSIÓN (S/.)
CR3P	Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.	% de paradas imprevistas del compresor.	$\frac{\text{N° de Paradas Imprevistas del Compresor}}{\text{N° Total de Paradas del Compresor}} \times 100$	80.00%	S/. 23,662.96	50.00%	S/. 4,751.51	S/. 18,911.44	Gestión de Mantenimiento Preventivo	Hojas de información / Análisis de criticidad / Árbol de fallas / Diagrama RCM II / Hoja de decisión / Programa de mantenimiento preventivo	S/.432.90
		% de paradas imprevistas del vaporizador.	$\frac{\text{N° de Paradas Imprevistas del Vaporizador}}{\text{N° Total de Paradas del Vaporizador}} \times 100$	75.00%		50.00%					

Fuente: Elaboración propia.

## 2.7. Evaluación económica financiera

**2.7.1. Inversión de la propuesta:** Para implementar las propuestas de mejora en la empresa Oxyman Comercial S.A.C. se elaboró un presupuesto de cada herramienta. A continuación, se describe el costo de inversión de cada una de ellas:

Tabla 49

*Inversión de la Gestión Estratégica de Operaciones*

<b>M1: GESTIÓN ESTRATÉGICA DE OPERACIONES</b>		
<b>CONTRATACIÓN</b>		<b>Remuneración Mensual (S/.)</b>
1	Asistente de Ing. Industrial	S/2,000.00
<b>COSTO ANUAL</b>		<b>S/24,000.00</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>Costo (S/.)</b>
Laptop 240 G7 14" Intel Core i7 8GB 1TB HDD		S/3,169.00
Consultoría		S/5,000.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/8,169.00</b>
<b>Vida Útil (Años)</b>	<b>Depreciación Mensual (S/.)</b>	
4	S/66.02	
<b>TOTAL (AÑO)</b>	<b>S/792.25</b>	
<b>INVERSIÓN ANUAL</b>		<b>Costo (S/.)</b>
Software MRP easy Enterprise (3 usuarios)		S/10,084.80
<b>TOTAL</b>		<b>S/10,084.80</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50

*Inversión de la Gestión de Talento Humano*

<b>M2: Gestión de Talento Humano</b>		
<b>CAPACITACIÓN</b>	<b>MÓDULOS</b>	<b>Costo (S/.)</b>
ENVASADO DE OXÍGENO INDUSTRIAL	Proceso de Envasado de Oxígeno Industrial.	S/2,000.00
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	Fundamentos de la Gestión y Aseguramiento de la Calidad.	S/1,500.00
RELACIONES HUMANAS	Inteligencia Emocional	S/1,500.00
<b>TOTAL (S/.)</b>		<b>S/5,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51  
*Inversión de la Gestión de Mantenimiento Preventivo*

<b>M3: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		
<b>CONTRATACIÓN</b>		<b>Remuneración Mensual (S/.)</b>
1	Operario	S/2,500.00
2	Terceros	S/550.00
<b>COSTO ANUAL</b>		<b>S/30,000.00</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>Costo (S/.)</b>
Materiales		S/311.90
Lubricación		S/121.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/432.90</b>
<b>Vida Útil (Años)</b>	<b>Depreciación Mensual (S/.)</b>	
4	S/6.50	
<b>TOTAL (AÑO)</b>	<b>S/77.98</b>	
<b>INVERSIÓN</b>		<b>Costo (S/.)</b>
Capacitación		S/1,658.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/1,658.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**2.7.2. Beneficios la propuesta:** A continuación, se describe las herramientas de mejora a implementar para conocer los beneficios de cada una de las propuestas:

Tabla 52  
*Beneficio de la propuesta de mejora para CR4P*

N° CAUSA RAÍZ	CAUSA RAÍZ	METODOLOGÍAS	HERRAMIENTA DE MEJORA	PÉRDIDA 1 MENSUAL (S/.)	PÉRDIDA 2 MENSUAL (S/.)	BENEFICIO (S/.)
CR4P	Falta de un plan de producción.	Gestión Estratégica de Operaciones.	MRP I	S/. 17,198.57	S/. 2,728.43	S/. 14,470.13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53  
*Beneficio de la propuesta de mejora para CR1P*

N° CAUSA RAÍZ	CAUSA RAÍZ	METODOLOGÍAS	HERRAMIENTA DE MEJORA	PÉRDIDA 1 MENSUAL (S/.)	PÉRDIDA 2 MENSUAL (S/.)	BENEFICIO (S/.)
CR1P	Ausencia de capacitación del personal de producción.	Gestión de Talento Humano.	Perfil de Puesto / Análisis de Puesto / Formato de evaluación de desempeño / Diagrama de Gantt / Cartillas	S/. 11,741.84	S/. 2,029.22	S/. 9,712.62

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54  
*Beneficio de la propuesta de mejora para CR3P*

N° CAUSA RAÍZ	CAUSA RAÍZ	METODOLOGÍAS	HERRAMIENTA DE MEJORA	PÉRDIDA 1 MENSUAL (S/.)	PÉRDIDA 2 MENSUAL (S/.)	BENEFICIO (S/.)
CR3P	Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.	Gestión de Mantenimiento Preventivo	Hojas de información / Análisis de criticidad / Árbol de fallas / Diagrama RCM II / Hoja de decisión / Programa de mantenimiento preventivo	S/. 4,751.51	S/. 18,911.44	S/. 4,751.51

Fuente: Elaboración propia.

El beneficio económico mensual como consecuencia de la propuesta de mejora en el área de producción de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. es de S/. 43,094.20, siendo al año un ahorro total de S/. 517,130.35

**2.7.3. Evaluación económica:** En la siguiente tabla, se muestra a detalle el flujo de caja proyectado a 10 años de la propuesta de implementación.

Tabla 55  
*Estado de resultados y flujo de caja*

ESTADO DE RESULTADOS											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		S/. 517,130.35	S/. 542,986.86	S/. 570,136.21	S/. 598,643.02	S/. 628,575.17	S/. 660,003.93	S/. 693,004.12	S/. 727,654.33	S/. 764,037.05	S/. 802,238.90
Costos operativos		S/. 486,102.53	S/. 510,407.65	S/. 535,928.03	S/. 562,724.44	S/. 590,860.66	S/. 620,403.69	S/. 651,423.88	S/. 683,995.07	S/. 718,194.82	S/. 754,104.56
Depreciación activos		S/. 870.23									
GAV		S/. 2,585.65	S/. 2,714.93	S/. 2,850.68	S/. 2,993.22	S/. 3,142.88	S/. 3,300.02	S/. 3,465.02	S/. 3,638.27	S/. 3,820.19	S/. 4,011.19
Utilidad antes de impuestos		S/. 27,571.94	S/. 28,994.05	S/. 30,487.27	S/. 32,055.14	S/. 33,701.41	S/. 35,429.99	S/. 37,245.00	S/. 39,150.76	S/. 41,151.81	S/. 43,252.91
Impuestos (29.5%)		S/. 8,133.72	S/. 8,553.25	S/. 8,993.74	S/. 9,456.27	S/. 9,941.92	S/. 10,451.85	S/. 10,987.28	S/. 11,549.48	S/. 12,139.78	S/. 12,759.61
Utilidad después de impuestos		<b>S/. 19,438.22</b>	<b>S/. 20,440.81</b>	<b>S/. 21,493.52</b>	<b>S/. 22,598.87</b>	<b>S/. 23,759.49</b>	<b>S/. 24,978.14</b>	<b>S/. 26,257.73</b>	<b>S/. 27,601.29</b>	<b>S/. 29,012.03</b>	<b>S/. 30,493.30</b>

FLUJO DE CAJA											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utilidad después de impuestos		S/. 19,438.22	S/. 20,440.81	S/. 21,493.52	S/. 22,598.87	S/. 23,759.49	S/. 24,978.14	S/. 26,257.73	S/. 27,601.29	S/. 29,012.03	S/. 30,493.30
Depreciación		S/. 870.23									
Inversión	S/. -13,601.90	S/. 11,742.80	S/. 11,742.80	S/. 11,742.80	S/. 11,742.80	S/. 14,911.80	S/. 11,742.80	S/. 11,742.80	S/. 11,742.80	S/. 11,742.80	S/. 14,911.80
	<b>S/. -13,601.90</b>	S/. 8,565.65	S/. 9,568.23	S/. 10,620.95	S/. 11,726.30	S/. 9,717.92	S/. 14,105.57	S/. 15,385.15	S/. 16,728.71	S/. 18,139.45	S/. 16,451.73

Fuente: Elaboración propia.

Para poder determinar la rentabilidad de la propuesta de mejora en la empresa Oxyman Comercial S.A.C., se realizó la evaluación usando indicadores económicos como: VAN, TIR, PRI Y B/C. Asimismo, se consideró una tasa de interés anual de 20% para los respectivos cálculos, como se observan a continuación:

Tabla 56

*Indicadores económicos (VAN, TIR Y PRI)*

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo Neto de Efectivo	S/. -13,601.90	S/. 8,565.65	S/. 9,568.23	S/. 10,620.95	S/. 11,726.30	S/. 9,717.92	S/. 14,105.57	S/. 15,385.15	S/. 16,728.71	S/. 18,139.45	S/. 16,451.73

<b>VAN</b>	S/. 34,968.38
<b>TIR</b>	72.02%
<b>PRI</b>	2.8 años

Fuente: Elaboración propia.

Por una parte, de la tabla anterior se puede analizar que se obtiene una ganancia al día de hoy con un VAN (Valor Neto Actual) de S/. 34,968.38 soles y un TIR (Tasa Interna de Retorno) de 72.02%, superior a la de 20%, asimismo el periodo de recuperación de la inversión es de 2.8 años aproximadamente.

Tabla 57

*Indicadores económicos (B/C)*

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		S/. 517,130.35	S/. 542,986.86	S/. 570,136.21	S/. 598,643.02	S/. 628,575.17	S/. 660,003.93	S/. 693,004.12	S/. 727,654.33	S/. 764,037.05	S/. 802,238.90
Egresos		S/. 496,821.90	S/. 521,675.83	S/. 547,772.46	S/. 575,173.92	S/. 603,945.45	S/. 634,155.56	S/. 665,876.17	S/. 699,182.82	S/. 734,154.79	S/. 770,875.37

<b>VAN Ingresos</b>	S/. 2,540,573.22
<b>VAN Egresos</b>	S/. 2,440,986.21
<b>B/C</b>	1.04

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la tabla anterior nos muestra que al dividir los VAN ingresos sobre los VAN egresos se obtiene un B/C de 1.04, lo que indica que la empresa Oxyman Comercial S.A.C. por cada sol que invierta, obtendrá un beneficio de 0.04 céntimos.

# CAPÍTULO III

# RESULTADOS

Tabla 58

*Pérdida actual vs pérdida después de la mejora*

CAUSA RAIZ		PÉRDIDA MENSUAL ACTUAL	PÉRDIDA MENSUAL DESPUÉS DE LA MEJORA	BENEFICIO
CR	DESCRIPCIÓN			
CR4P	Falta de un plan de producción.	S/. 17,198.57	S/. 2,728.43	S/. 14,470.13
CR1P	Ausencia de capacitación del personal de producción.	S/. 11,741.84	S/. 2,029.22	S/. 9,712.62
CR3P	Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.	S/. 23,662.96	S/. 4,751.51	S/. 18,911.44
<b>TOTAL</b>		S/.52,603.36	S/.9,509.16	S/.43,094.20

Fuente: Elaboración propia.

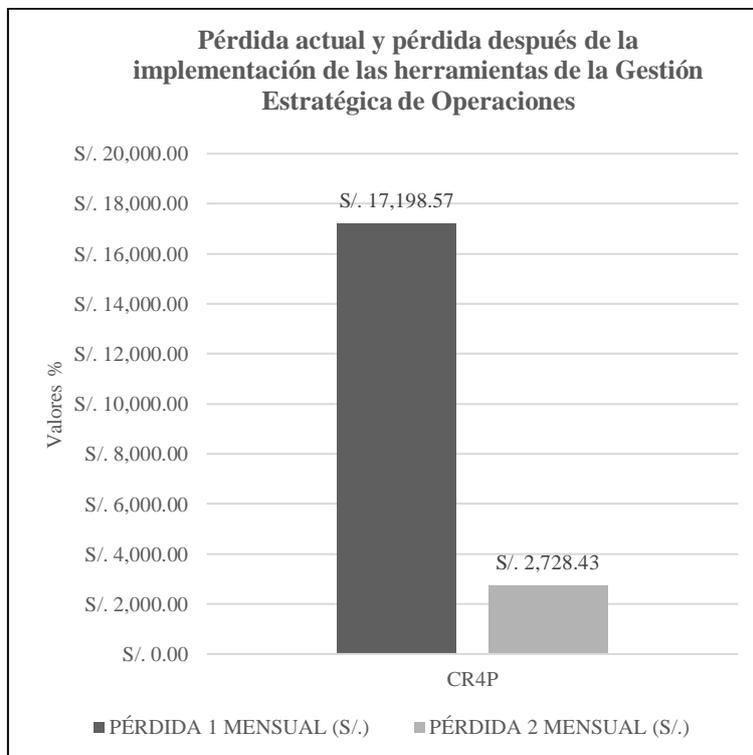
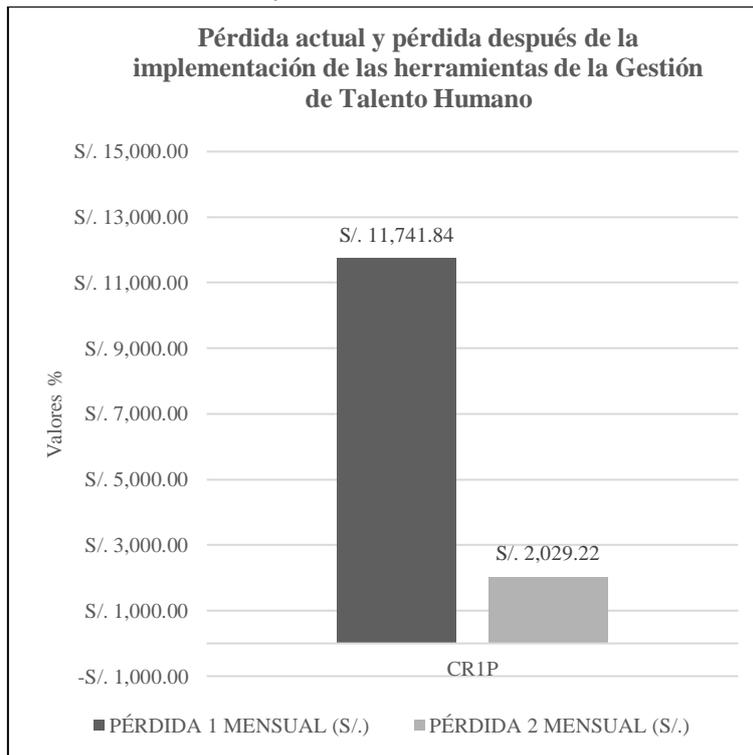
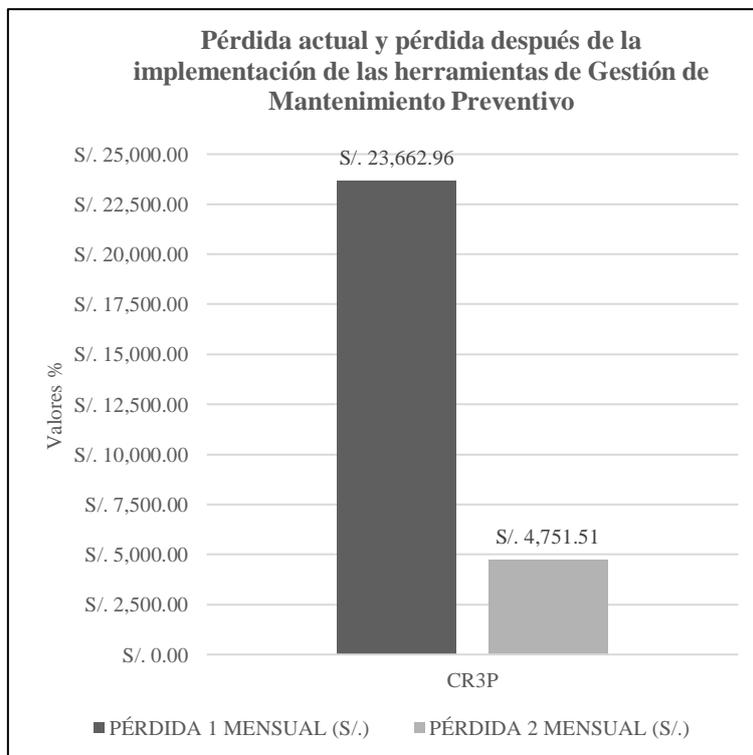


Figura 39. Pérdida actual y pérdida después de la implementación de la Gestión Estratégica de Operaciones.  
Fuente: Elaboración propia.



*Figura 40.* Pérdida actual y pérdida después de la implementación de la Gestión de Talento Humano. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 41.* Pérdida actual y pérdida después de la implementación de la Gestión de Mantenimiento Preventivo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59

*Pérdida actual vs pérdida después de la mejora de cada área*

ÁREA	PÉRDIDA MENSUAL ACTUAL	PÉRDIDA MENSUAL DESPUÉS DE LA MEJORA	BENEFICIO
Producción	S/.52,603.36	S/.9,509.16	S/.43,094.20

Fuente: Elaboración propia.

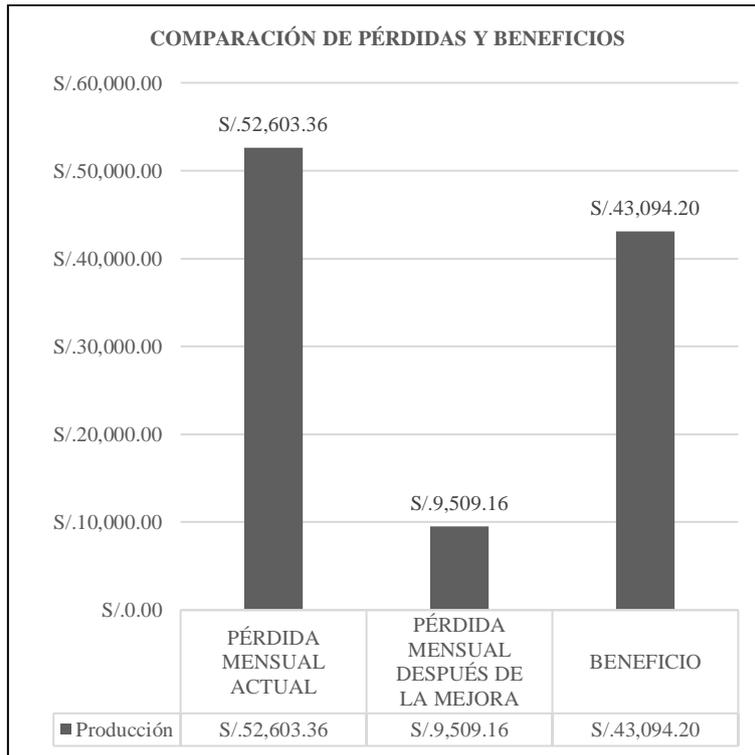


Figura 42. Comparación de pérdidas y beneficios de cada área. Fuente: Elaboración propia.

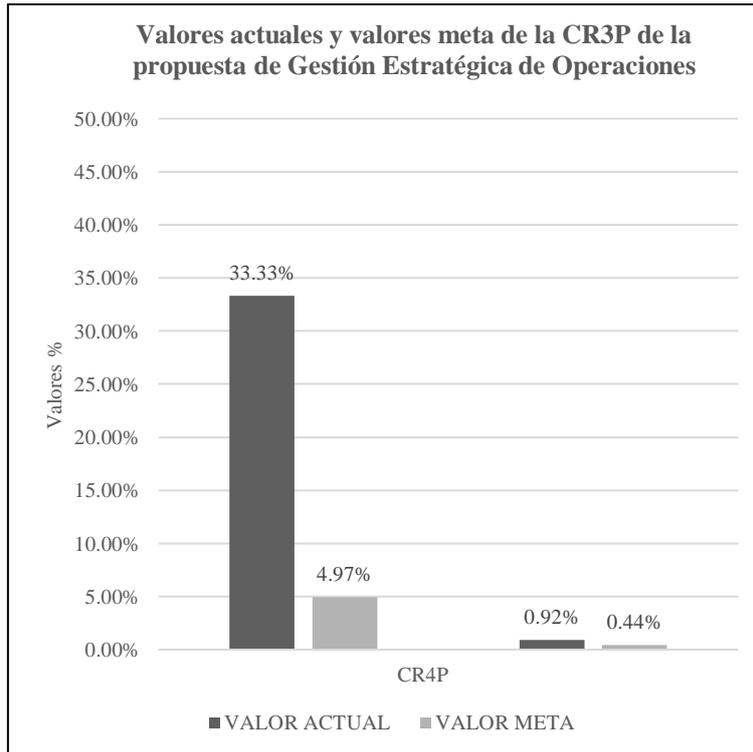


Figura 43. Valores actuales y valores meta de la propuesta de Gestión Estratégica de Operaciones. Fuente: Elaboración propia.

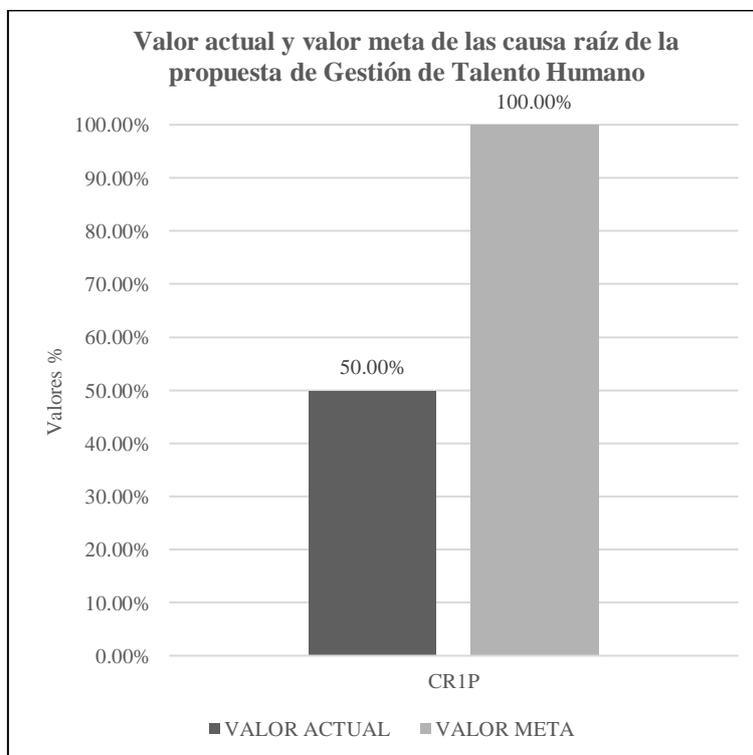
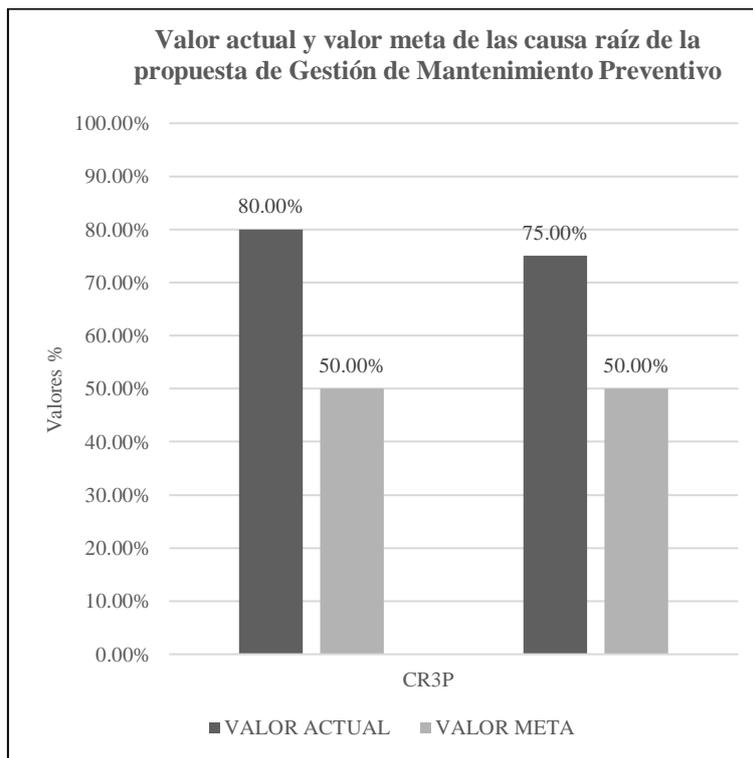


Figura 44. Valor actual y valor meta de la propuesta de Gestión de Talento Humano. Fuente: Elaboración propia.



*Figura 45.* Valores actuales y valores meta de la propuesta de Gestión de Mantenimiento Preventivo. Fuente: Elaboración propia.

# **CAPÍTULO IV**

# **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

#### 4.1. Discusión

Trigoso, M. (2019) en su tesis para obtener el Título de Ingeniero Industrial “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” concluyó que después de aplicarse las diferentes herramientas y técnicas descritas en el plan de mejoras, se logró 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%. 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.

Por lo tanto, al implementar una Plan de Capacitación en la empresa Oxyman Comercial S.A.C. se logró aumentar el porcentaje de trabajadores capacitados de 50% a 100%. Además, la productividad de los trabajadores de la estación de envasado de cilindros de oxígeno industrial de 10m<sup>3</sup> aumentó de 86.96% a 95.94%. Por consiguiente, las pérdidas económicas debido a la falta de capacitación del personal disminuyeron de S/. 11,741.84 a S/. 2,029.22.

La implementación de un Plan de Requerimientos de Materiales (MRP) en la empresa Oxyman Comercial S.A.C. permitió un beneficio económico de S/. 14,470.13, siendo esto consecuencia de disminuir la presencia de demanda insatisfecha y la cantidad de cilindros devueltos. Asimismo, se logró disminuir la presencia de demanda insatisfecha de 33.33% a 4.97% así como también el porcentaje de cilindros devueltos de 0.92% a 0.44%.

Finalmente, al desarrollar un Plan de Mantenimiento Preventivo para las máquinas (compresor y vaporizador) de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. se disminuyó el porcentaje de paradas imprevistas del compresor de 80% a 50% y las paradas imprevistas del vaporizador de 75% a 50%. Además, se obtuvo un beneficio económico para la empresa de S/. 18,911.44.

## 4.2. Conclusiones

- Una propuesta de mejora en el área de producción dio un impacto positivo en la empresa Oxyman Comercial S.A.C.
- En la empresa Oxyman Comercial S.A.C. se generan pérdidas económicas mensuales de S/. 52,603.36.
- Con la implementación de la metodología de Gestión Estratégica de Operaciones basada en la Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP) en la empresa Oxyman Comercial S.A.C. se redujeron las pérdidas económicas mensuales debido a la ausencia de un plan de producción de S/. 17,198.57 a S/. 2,728.43.
- Para solucionar la falta de capacitación del personal de la estación de envasado de la empresa Oxyman Comercial S.A.C. se utilizó la metodología de Gestión de Talento Humano basada en un plan de capacitación logrando disminuir las pérdidas monetarias mensuales de S/. 11,741.84 a S/. 2,092.22.
- Con la ejecución de un Plan de Mantenimiento Preventivo en la empresa Oxyman Comercial S.A.C. se logra disminuir las pérdidas económicas debido a las paradas imprevistas del compresor y vaporizador de S/. 23,662.96 a S/. 4,751.51.
- Se evaluó la propuesta de implementación de la mejora en la Oxyman Comercial S.A.C. a través de indicadores económicos como VAN, TIR, B/C y PRI, obteniendo valores de S/. 34,968.38, 72.02%, 1.04 y 2.8 respectivamente, lo que indica que la propuesta es factible y rentable para la empresa Oxyman Comercial S.A.C.
- El beneficio económico mensual total de la propuesta de mejora en el área de producción es de S/. 43,094.20.
- La presente investigación puede ser utilizada como referencia para cualquier otra empresa del rubro de producción de cilindros de oxígeno industrial.

# REFERENCIAS

### Referencias bibliográficas

- Burgos, J. (2011). *Mejora de la productividad en la empresa INDURA ECUADOR S.A.* (Tesis de Grado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Chiavenato, I. (2007). *Introducción a la teoría general de la administración*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Companys, R. & Fonollosa, J. (1999). *Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT*. México: Alfaomega.
- Defensoría del Pueblo. (2020). *Crisis de oxígeno para pacientes de COVID-19: Alternativas de solución*. Recuperado de: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2020/06/Serie-Informes-Especiales-N%c2%ba-017-2020-DP.pdf>
- Del Valle, M. (2012). *Gestión de un programa de mantenimiento para plantas de almacenamiento y envasado de GLP (Gas Licuado de Petróleo) en el Ministerio de Energía y Minas* (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- García, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Díaz de Santos.
- Gutiérrez, H. & Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*. México: McGraw-Hill.
- Ortega, R. & Vílchez, M. (2012). *Propuesta de mejora en la línea de envasado de balones de GLP para incrementar la productividad de la empresa envasadora CAXAMARCA GAS S.A – CAJAMARCA* (Tesis de Grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

- Pacherras, L. & Placido, J. (2017). *Sistema de gestión de inventarios para reducir los costos de inventario en la empresa “COSTA GAS TRUJILLO S.A.C.” – 2017* (Tesis de Grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Rivera, R. & Gómez, J. (2015). *Implementación de mejoras en el proceso de envasado de GLP aplicando herramientas de ingeniería de métodos. Caso: Alfa Gas S.A.* (Tesis de Grado). Universidad Wiener, Lima, Perú.
- Tarazona, F. (2020). *Oxígeno medicinal e industrial: la gran demanda ante el COVID-19*. Recuperado de: <https://www.utec.edu.pe/blog-de-carreras/ingenieria-quimica/oxigeno-medicinal-e-industrial-la-gran-demanda-ante-el-covid-19>
- Trigoso, M. (2019). *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* (Tesis de Grado). Universidad Señor de Sipán, Pímentel, Perú.

# ANEXOS



**ANEXO N° 1. Encuesta de Matriz de Priorización**

ENCUESTA DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - OXYMAN COMERCIAL S.A.C.				
<b>Área de aplicación:</b> PRODUCCIÓN			<b>Fecha:</b> 12/09/2019	
<b>Problema:</b> ALTOS COSTOS OPERATIVOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LOS CILINDROS DE OXÍGENO INDUSTRIAL DE 10M3 DE LA EMPRESA OXYMAN COMERCIAL S.A.C.				
<b>Nombre:</b> _____				
Marque con una "X" según su criterio de significancia de causa en el problema.				
<b>Valorización</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Leyenda</b>		
Alto	3	La causa raíz tiene un impacto alto en los costos operacionales.		
Medio	2	La causa raíz tiene un impacto medio en los costos operacionales.		
Bajo	1	La causa raíz tiene un impacto bajo en los costos operacionales.		
<b>EN LAS SIGUIENTES CAUSAS CONSIDERE EL NIVEL DE PRIORIDAD QUE AFECTAN A LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LOS CILINDROS DE OXÍGENO INDUSTRIAL DE 10M3 DE LA EMPRESA OXYMAN COMERCIAL S.A.C.:</b>				
Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación		
		Alto	Medio	Bajo
CR1P	Ausencia de capacitación del personal de producción.			
CR2P	Falta de gestión de proveedores.			
CR3P	Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.			
CR4P	Falta de un plan de producción.			
CR5P	Inadecuada distribución del área de producción.			

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO N° 2. Matriz de Priorización

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - OXYMAN COMERCIAL S.A.C.						
<b>EMPRESA:</b>		OXYMAN COMERCIAL S.A.C.				
<b>ÁREA:</b>		Producción				
<b>PROBLEMA:</b>		Altos costos operativos en la línea de producción de los cilindros de oxígeno industrial de 10m3 de la empresa OXYMAN COMERCIAL S.A.C.				
Valorización	Puntaje	Leyenda				
Alto	3	La causa raíz tiene un impacto alto en los costos operacionales.				
Regular	2	La causa raíz tiene un impacto medio en los costos operacionales.				
Bajo	1	La causa raíz tiene un impacto bajo en los costos operacionales.				
ENCUESTADOS	CAUSAS	PRODUCCIÓN				
		CR1: Ausencia de capacitación del personal de producción.	CR2: Falta de gestión de proveedores.	CR3: Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.	CR4: Falta de un plan de producción.	CR5: Inadecuada distribución del área de producción.
OPERARIO 1		1	2	1	1	1
OPERARIO 2		1	2	1	1	1
OPERARIO 3		2	1	3	3	1
OPERARIO 4		2	1	2	2	1
OPERARIO 5		2	1	1	2	1
OPERARIO 6		2	1	1	2	1
ESTUDIANTE	Alejandro Morales	3	2	3	3	1
<b>Calificación Total</b>		<b>13</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>7</b>

Fuente: Elaboración propia.

### ANEXO N° 3. Resumen de Matriz de Priorización

RESUMEN DE MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - OXYMAN COMERCIAL S.A.C.		
<b>EMPRESA:</b>	OXYMAN COMERCIAL S.A.C.	
<b>ÁREA:</b>	Producción	
<b>PROBLEMA:</b>	Altos costos operativos en la línea de producción de los cilindros de oxígeno industrial de 10m <sup>3</sup> de la empresa OXYMAN COMERCIAL S.A.C.	
PRODUCCIÓN		
CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSA RAÍZ	FRECUENCIA PRIORIZACIÓN
CR4P	Falta de un plan de producción.	14
CR1P	Ausencia de capacitación del personal de producción.	13
CR3P	Ausencia de un plan de mantenimiento preventivo.	12
CR2P	Falta de gestión de proveedores.	10
CR5P	Inadecuada distribución del área de producción.	7
<b>TOTAL</b>		<b>56</b>

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO N° 4. Evaluación de Satisfacción de los Cursos de Capacitación**

EVALUACIÓN DE SATISFACCIÓN DE LOS CURSOS DE CAPACITACIÓN		OXYMAN COMERCIAL S.A.C.			
<b>NOMBRE Y APELLIDOS:</b>		<b>FECHA:</b>			
<b>CURSO:</b>		<b>INSTRUCTOR:</b>			
Lea las siguientes afirmaciones y exprese su grado de satisfacción usando la escala del 1-4. Marque sus respuestas con una X.		1	Totalmente en desacuerdo		
		2	Desacuerdo		
		3	De acuerdo		
		4	Totalmente de acuerdo		
DIMENSIÓN	INDICADORES	CALIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Objetivos y contenidos del programa	Se cumplieron los objetivos del curso.				
	Los contenidos del curso son coherentes con los objetivos del curso.				
Metodología	El curso ha utilizado una metodología basada en análisis de casos o intercambio de ideas que generaron aprendizajes.				
	Durante el curso se realizaron ejemplos prácticos.				
Duración	Se cumplió con el horario programado de inicio y término del curso.				
Intención de aplicación	Pienso aplicar lo aprendido en mi trabajo.				
	El curso me ha generado algunas ideas que pienso poner en prácticas en mi trabajo.				
Aplicabilidad	Los conceptos, metodologías y herramientas analizadas en el curso, son aplicables en mi trabajo.				
Percepción global	El curso cumplió con mis expectativas y necesidades.				
	Recomendaría este curso a otras personas.				

Fuente: Elaboración propia.