

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



MEJORA DE LA DISPOSICIÓN DEL ÁREA DE ENVASADO DE LA EMPRESA MESSER GASES DEL PERÚ SEDE CALLAO

Trabajo de investigación para optar por el Título Profesional de Ingeniero
Industrial

Lorena Adriana Arévalo Valencia
Código 20101332

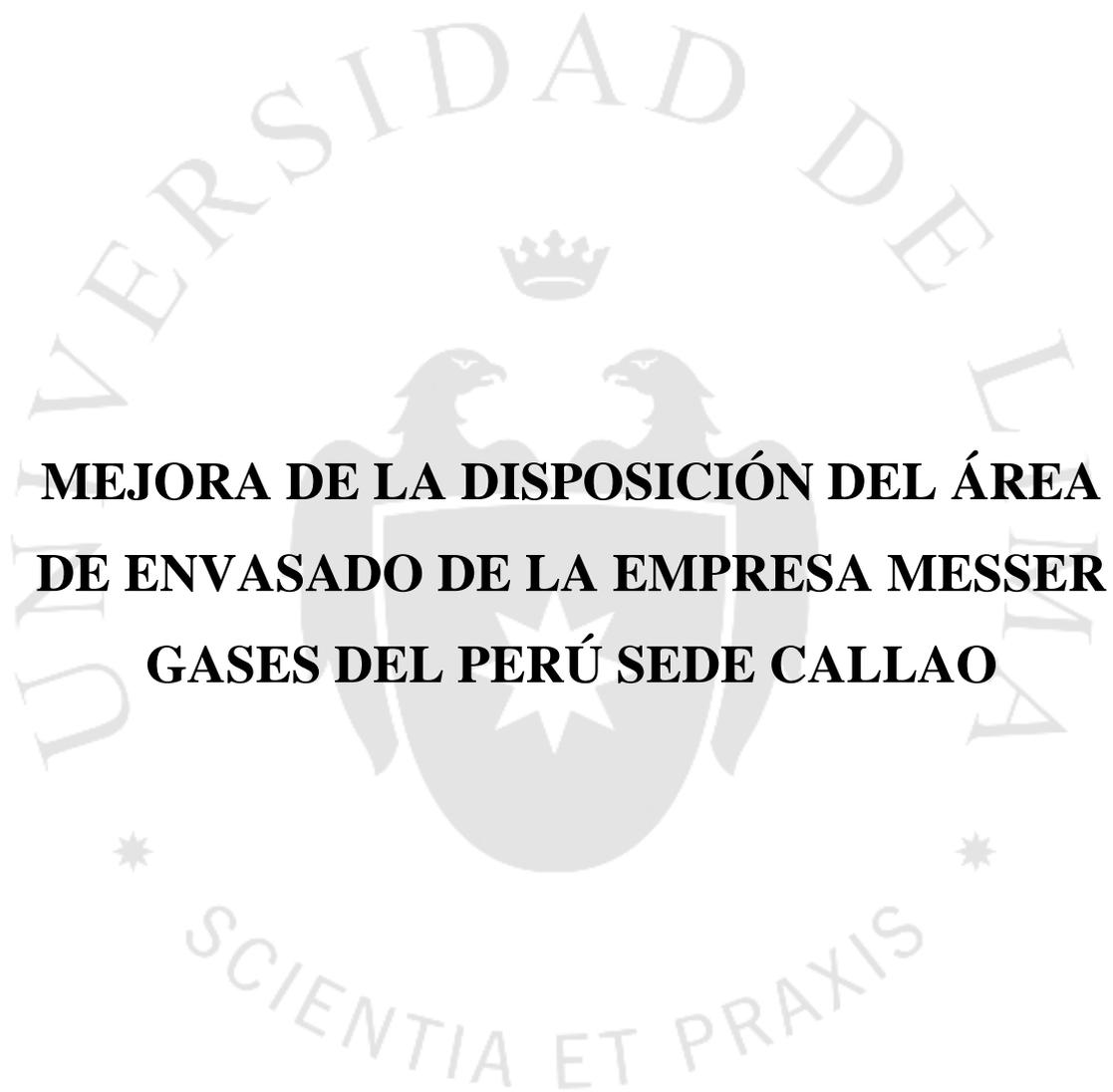
Sandra Joanna Lisette Ramírez Sanez
Código 20100905

Asesor

Ana María Almandoz Núñez

Lima – Perú
Setiembre de 2018





**MEJORA DE LA DISPOSICIÓN DEL ÁREA
DE ENVASADO DE LA EMPRESA MESSER
GASES DEL PERÚ SEDE CALLAO**

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
RESUMEN EJECUTIVO	1
EXECUTIVE SUMMARY	2
CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Antecedentes de la empresa	3
1.1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica	3
1.1.2. Descripción de los productos o servicios ofrecidos	4
1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa	7
1.1.4. Estrategia general de la empresa	9
1.2. Objetivos de la investigación	10
1.2.1. Objetivo general:	10
1.2.2. Objetivos específicos:.....	10
1.3. Alcance y limitaciones de la investigación	10
1.4. Justificación de la investigación	11
1.4.1. Técnica	11
1.4.2. Económica	11
1.4.3. Social	11
1.5. Hipótesis de la investigación	12
1.6. Marco referencial de la investigación	12
1.7. Marco conceptual.....	13
CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO.....	15
2.1. Análisis Externo de la Empresa	15
2.1.1. Análisis del entorno global.....	15

2.1.2. Análisis del entorno competitivo y del mercado	19
2.1.3. Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno	21
2.2. Análisis Interno de la Empresa	21
2.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico	21
2.2.2. Análisis de la organización y estructura organizacional	22
2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves	24
2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves.....	28
2.2.5. Determinación de posibles oportunidades de mejora.....	28
2.2.6. Selección del sistema o proceso a mejorar	28
2.3. Análisis Producto - Cantidad y ABC	28
2.3.1. Análisis producto – cantidad	28
2.3.2. Análisis ABC.....	33
CAPITULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO.	37
3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio.....	37
3.1.1. Caracterización detallada del sistema o proceso objeto de estudio.....	37
3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso	53
3.2. Determinación de las causas raíz de los problemas hallados.....	56
3.2.1. Análisis de los factores que influyen favoreciendo o limitado los resultados actuales.....	56
3.2.2. Identificación de las causas raíces de los problemas seleccionados.	59
3.2.3. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa	63
CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN	64
4.1. Planeamiento de alternativas de solución a la problemática encontrada	64
4.2. Selección de alternativa de solución	65
4.2.1. Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas.....	65
4.2.2. Evaluación cualitativa y cuantitativa de alternativas de solución	66
4.2.3. Priorización y programación de soluciones seleccionadas.....	73
CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES.	74
5.1. Ingeniería de la solución	74
5.1.1. Factor Maquinaria	74

5.1.2. Factor Hombre.....	79
5.1.3. Factor movimiento	82
5.1.4. Factor Edificio.....	87
5.1.5. Factor Espera.....	88
5.1.6. Factor Servicio	89
5.1.7. Superficies de distribución.	92
5.1.8. Distribución general.	96
5.1.9. Alternativas	128
5.1.10. Distribución de detalle	132
5.1.11. Evaluación de las alternativas.....	139
5.2. Planificación de la implementación de solución.....	141
5.2.1. Determinación de objetivos y metas	141
5.2.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución.	142
5.2.3. Cronograma de implementación de la solución	145
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y BENEFICIOS ESPERADOS	150
6.1. Determinación de escenarios que afectarían la solución	150
6.2. Evaluación económica financiera	151
6.3. Análisis de impacto social y ambiental de la solución	155
CONCLUSIONES	157
RECOMENDACIONES	159
REFERENCIAS.....	160
BIBLIOGRAFÍA	161
ANEXOS.....	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Principales inversiones en Perú	16
Tabla 2.2. Índice de fecundidad.....	18
Tabla 2.3. Proyección de la demanda	29
Tabla 2.4. Ecuaciones para la proyección.....	30
Tabla 2.5. Producción estimada para el 2017	31
Tabla 2.6. Tabla del análisis ABC de las cantidades proyectadas al 2017	34
Tabla 2.7. Familias del grupo A	36
Tabla 3.1. Matriz de caracterización del envasado de productos industriales	38
Tabla 3.2. Matriz de caracterización del envasado de productos medicinales	41
Tabla 3.3. Diagrama de Operaciones de Prueba hidrostática	46
Tabla 3.4. DOP Envasado de producto gaseoso	48
Tabla 3.5. DOP Envasado de CO2	50
Tabla 3.6. DOP Envasado de termos	52
Tabla 3.7. Indicadores.....	54
Tabla 3.8. Capacidad de planta.....	55
Tabla 3.9. Ventas versus Capacidad	56
Tabla 3.10. Matriz de selección de problemas.....	58
Tabla 3.11. Escala de Impacto	61
Tabla 3.12. Causas raíces.....	61
Tabla 4.1. FODA	65
Tabla 4.2. Escala de preferencias.....	68
Tabla 4.3. Matriz de enfrentamiento.....	69
Tabla 4.4. Matriz según Capacidad de implementación	70
Tabla 4.5. Matriz según Costo del proyecto	70
Tabla 4.6. Matriz según Efecto en la organización.....	71
Tabla 4.7. Matriz según Tiempo de implementación	71
Tabla 4.8. Evaluación mediante el método de análisis jerárquico	72
Tabla 5.1. Producto por lote.....	77
Tabla 5.2. Cálculo del número de máquinas.....	78

Tabla 5.3. Comparación situacional	79
Tabla 5.4. Cálculo del número de trabajadores	81
Tabla 5.5. Tabla de análisis del movimiento del proceso de llenado de cilindros con Gases Industriales	82
Tabla 5.6. Análisis del movimiento del proceso de llenado de cilindros con Gases Medicinales	83
Tabla 5.7. Análisis del movimiento del proceso de Prueba Hidrostática	83
Tabla 5.8. Tabla de análisis del movimiento del proceso de llenado de termas.	84
Tabla 5.9. Disposición de plazas para los estacionamientos	88
Tabla 5.10. Guerchet elementos estáticos.....	93
Tabla 5.11. Guerchet elementos móviles.....	95
Tabla 5.12. Cálculo del coeficiente de evolución.....	96
Tabla 5.13. Valor de proximidad.....	97
Tabla 5.14. Tabla de motivos.....	97
Tabla 5.15. Áreas de análisis	98
Tabla 5.16. Tabla relacional	99
Tabla 5.17. Simbología de la actividad.....	101
Tabla 5.18. Simbología de proximidad.....	102
Tabla 5.19. Medidas de las áreas	104
Tabla 5.20. Tabla de motivos.....	120
Tabla 5.21. Tabla relacional de las zonas en estudio.....	121
Tabla 5.22. Medidas de cada zona.....	123
Tabla 5.23. Características de cada producto a analizar	132
Tabla 5.24. Representación de cada letra	133
Tabla 5.25. Matriz volumen (matriz carga)	134
Tabla 5.26. Matriz distancia de la situación actual.....	134
Tabla 5.27. Matriz producto (matriz esfuerzo) de la situación actual	135
Tabla 5.28. Matriz distancia de la primera alternativa	135
Tabla 5.29. Matriz producto (matriz esfuerzo) de la primera alternativa	136
Tabla 5.30. Matriz distancia de la segunda alternativa.....	136
Tabla 5.31. Matriz producto (matriz esfuerzo) de la segunda alternativa	137
Tabla 5.32. Matriz distancia de la tercera alternativa	137
Tabla 5.33. Matriz producto (matriz esfuerzo) de la tercera alternativa.....	138
Tabla 5.34. Resumen de las matrices esfuerzo	138

Tabla 5.35. Evaluación de las alternativas.....	140
Tabla 5.36. Presupuesto estimado.....	142
Tabla 6.1. Evaluación económica total en base al ahorro de horas hombre	152
Tabla 6.2. Evaluación económica total del proyecto	153
Tabla 6.3. Ratios financieros	154



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Obtención del dióxido de carbono.....	4
Figura 1.2. Productos de Messer Gases S.A	6
Figura 1.3. Máquina de soldadura Lincoln Electric.....	7
Figura 2.1. Población Nacional.....	17
Figura 2.2 Tasa de natalidad	18
Figura 2.3. Oportunidades y Amenazas del entorno.....	21
Figura 2.4. Organigrama del directorio técnico de Messer Gases.....	23
Figura 2.5. Proceso de Prueba Hidrostática	24
Figura 2.6. Envasado de líquidos criogénicos	25
Figura 2.7. Envasado de gases puros	26
Figura 2.8. Envasado de mezclas.....	27
Figura 2.9. Análisis PQ de todos los productos	32
Figura 2.10. Análisis PQ productos con ingresos mayores a mil m3	32
Figura 2.11. Análisis PQ productos con ingresos mayores a 10000 m3	33
Figura 2.12. Análisis ABC.....	35
Figura 3.1. Ishikawa para mejora del área	60
Figura 3.2. Pareto.....	62
Figura 3.3. Fortalezas y debilidades.	63
Figura 5.1. Tecla del área de envasado de termas	84
Figura 5.2. Tecla del área de prueba hidrostática.	85
Figura 5.3. Carretilla para cilindros	85
Figura 5.4. Carretilla para termas	86
Figura 5.5. Diagrama relacional	103
Figura 5.6. Diagrama relacional de espacios del área industrial	107
Figura 5.7. Diagrama relacional de espacios del área de prueba hidrostática.	108
Figura 5.8. Diagrama relacional de espacios del área medicinal.....	109
Figura 5.9. Diagrama relacional de espacios del área de termas	110
Figura 5.10. Distribución ideal del área industrial.....	111
Figura 5.11. Distribución ideal del área de prueba hidrostática	112

Figura 5.12. Distribución ideal del área medicinal	113
Figura 5.13. Distribución ideal del área de termas	114
Figura 5.14. Disposición práctica del área industrial.....	116
Figura 5.15. Disposición práctica del área de PH.....	118
Figura 5.16. Disposición práctica del área medicinal	119
Figura 5.17. Diagrama relacional.....	122
Figura 5.18. Diagrama relacional de espacios	124
Figura 5.19. Alternativa 1	129
Figura 5.20. Alternativa 2	130
Figura 5.21. Alternativa 3	131
Figura 5.22. Cronograma general de implementación del proyecto.....	146
Figura 5.23. Cronograma específico de Diagrama relacional de espacios del área de prueba hidrostática implementación del proyecto	147



ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Fichas técnicas de los productos.....	163
ANEXO 2: Gráficos de la proyección de la demanda.....	181
ANEXO 3: Mapa de riesgo.....	188
ANEXO 4: Algunos equipos empleados en el envasado.....	189
ANEXO 5: Cálculo del ingreso por familia.....	191
ANEXO 6: Plano actual de la empresa Messer Gases sede Callao.....	193
ANEXO 7: Diagramas de recorrido de la situación actual y de la propuesta de mejora.	195
ANEXO 8: Cotizaciones.....	199
ANEXO 9: Datos que se tomaron en cuenta para el análisis financiero.....	202
ANEXO 10: Toma de tiempo con vías libres.....	204



RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se desarrolla en la empresa privada Messer Gases del Perú S.A sede Callao, dónde se envasan gases industriales y medicinales, los cuales son separados del aire en la planta principal situada en Chimbote.

Se realizó un análisis a la actual disposición de planta con la finalidad de determinar si es que la disposición es adecuada para la demanda existente y para la proyectada, el cual dio como resultado que es inapropiada, lo que ocasiona diversos problemas en la empresa.

Los problemas que se encontraron por la inadecuada disposición de planta son: el desorden en las áreas de envasado, el mal almacenamiento de los envases y el límite en la producción ya que no se puede producir más de lo que se puede almacenar, esto impide que el área de ventas ofrezca más producto. Para solucionar estos problemas se han propuesto tres alternativas de mejora las cuales son el resultado del análisis que se realizó con la ayuda de las herramientas de ingeniería. Entre estas tres se eligió la que se adaptaba más tanto al día a día de la empresa como a su futuro crecimiento. Se logró incrementar el espacio de envasado en un 35%, este espacio extra permite que los cilindros estén mejor ordenados evitando bloqueos a las vías de tránsito obteniendo una producción más eficiente.

La inversión para este proyecto es de 902,625 soles los cuales van a ser desembolsados en su totalidad por Messer Gases del Perú S.A representado por su directorio. El inversionista trabaja con un periodo de recupero de 5 años para activos móviles y de 10 años para activos inmóviles y con un costo de oportunidad del capital de 15%. Luego de realizar el flujo de caja, este proyecto dio como resultado que se recuperara en 3.15 años con una tasa interna de retorno de 48.09% con un valor actual neto de 1,894,584.8 soles y con un costo beneficio de 3.10 lo cual supera las condiciones puestas por la empresa privada.

EXECUTIVE SUMMARY

The present work is carried out in the private company Messer Gases del Perú S.A Callao, where industrial and medicinal gases are packed, which are separated from the air in the main plant located in Chimbote.

An analysis was made to the current plant layout in order to determine if the layout is adequate for the existing demand and for the projected one, which resulted in its inappropriateness, which causes various problems in the company.

The problems that were found by the inadequate layout of plant are: the disorder in the packaging areas, the bad storage of the containers and the limited sales. To solve these problems, three improvement alternatives have been proposed, which are the result of the analysis that was carried out with the help of engineering tools. Among these three was chosen the one that was more adapted to the day to day of the company as well as its future growth. It was possible to increase the packaging space by 35%, this extra space allows the cylinders to be more orderly avoiding blockages to the traffic routes obtaining a more efficient production

The investment for this project is 902,624.13 soles which will be disbursed in full by Messer Gases del Perú S.A represented by its directory. The investor works with a recovery period of 5 years for mobile assets and 10 years for immobile assets and with an opportunity cost of capital of 15%. After realizing the cash flow, this project resulted in a recovery in 3.15 years with a net present value of 1,894,584.8 soles, with an internal rate of return of 48.09% and with a cost of profit of 3.10, which exceeds the conditions set by the private company.

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de la empresa

1.1.1. Breve descripción de la empresa y reseña histórica

Messer nace en Frankfurt en 1898, Alemania a finales del siglo XIX por Adolf Messer. Esta organización con reconocimiento a nivel mundial cuenta cuatro rubros principales de negocio: gases industriales, tecnología de su aplicación, sistemas de gas avanzados y equipos de corte y soldadura. El Grupo Messer comprende más de 60 sucursales y cuenta con 3600 empleados en más de 120 oficinas, plantas de producción y centros de investigación y desarrollo localizados en 31 países. Desde 1993, la dirección de Messer se ha enfocado en crear una plataforma conveniente para el crecimiento global en el siglo XXI y aprovechar las oportunidades de mercado locales sistemáticamente cuando se presenten. Messer ha consolidado sus actividades comerciales en Europa Occidental y Oriental y aumenta su compromiso metódicamente a los crecientes mercados de China, así como estableciendo normas globales de desempeño y una sola identidad para todas las compañías de Grupo Messer.

Messer adquirió y fusionó cinco compañías locales de gases con fuerte presencia en el mercado peruano de gases desde 1960, operando varias plantas de generación y envasado de gases, ubicadas tanto en Lima como en el norte y el sur del país. Posteriormente en 1998 fusionó otras dos empresas de gases que operaban atendiendo el mercado de gases en Lima.

Messer Perú ha logrado una importante participación en el mercado de gases peruano y posee la planta criogénica de producción de oxígeno y nitrógeno más grande de todo el país. Esta planta está instalada en Chimbote debido a un contrato de largo plazo de suministro de gases con SIDERPERU.

1.1.2. Descripción de los productos o servicios ofrecidos

Los productos principales son los siguientes gases industriales:

- Dióxido de carbono: Este producto se encuentra en la atmósfera en cantidades muy pequeñas, solo un 0.03%, es por esta razón que para obtener este producto es necesario anclarse a una industria que emane grandes cantidades de este producto, como la industria química, las productoras de hidrógeno, fertilizantes e industrias de bioetanol, para así poder absorberlo, tratarlo y envasarlo (figura 1.1), de esta manera esta empresa familiar contribuye disminuyendo las emanaciones de CO₂ al medio ambiente, este proceso lo hace Messer en Europa, sin embargo, Messer Perú lo compra a un externo para realizar sus diferentes mezclas, ya que aún no tienen el visto bueno de la casa madre para realizar este proyecto en Lima. En condiciones normales es incoloro, inodoro, incombustible, poco reactivo y se disuelve bien en agua. Puede encontrarse en fase líquida, gaseosa y sólida.

Figura 1.1.
Obtención del dióxido de carbono



Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

- Nitrógeno: Es un gas inerte que no es combustible y apenas se disuelve en agua, por esta razón es ideal para realizar inertizaciones en las diferentes industrias. Su bajo punto de ebullición (-196 °C) lo convierte en el mejor agente frigorífico para procesos de congelación y refrigeración. Messer ofrece este producto en fase

gaseosa y líquida, ambas con una pureza no menos de 99.95%.

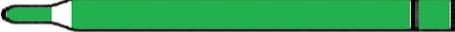
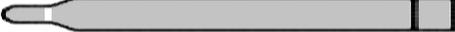
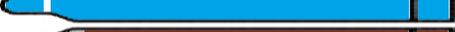
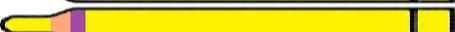
- Oxígeno: Este producto es un gas muy reactivo, que reacciona con todos los elementos y participa en la mayoría de los procesos de combustión y oxidación, además es un gas indispensable para la vida, ya que tiene un papel importante como gas respiratorio. Messer ofrece este producto en fase gaseosa y líquida con una pureza no menor a 99.5%
- Argón: Su propiedad más importante es su lenta reacción, lo cual le proporciona una gran capacidad de inertización, esto lo convierte en un gas de protección ideal incluso a altas temperaturas como las habituales en la metalurgia y la soldadura con arco eléctrico. Messer ofrece este producto en fase gaseosa y líquida con una pureza no menor a 99.999%.

Aparte de los gases mencionados, Messer comercializa y vende mezclas de gases especiales según pedido y especificaciones del cliente de manera local, algunas de sus mezclas son: ferroline (argón y CO_2), aire (nitrógeno y oxígeno), étilmix (etileno y nitrógeno) entre otras mezclas especiales para clientes puntuales. La presentación de sus productos gaseosos se puede ver en la figura 1.2.

Las fichas técnicas de sus productos se pueden ver en el anexo 1.

Figura 1.2.

Productos de Messer Gases S.A

PRODUCTO	CILINDRO
OXIGENO INDUSTRIAL	
OXIGENO MEDICINAL	
OXIGENO HP	
OXIGENO UHP	
ARGON INDUSTRIAL	
ARGON UHP	
HELIO INDUSTRIAL	
HELIO UHP	
HIDRÓGENO INDUSTRIAL	
HIDRÓGENO UHP	
AIRE INDUSTRIAL (GRADO D)	
AIRE MEDICINAL	
AIRE UHP	
AIRE UHP PREMIUM	
NITROGENO INDUSTRIAL	
NITRÓGENO UHP	
DIÓXIDO DE CARBONO	
DIÓXIDO DE CARBONO MEDICINAL	
DIÓXIDO DE CARBONO ESPECIAL	
OXIDO NITROSO INDUSTRIAL	
OXIDO NITROSO MEDICINAL	
OXIDO NITROSO AA	
FERROLINE	
TRIMIX	
FORMINGAS (H2-N2)	
P-10 (CH4-Ar)	
METANO - AIRE (CH4-Aire)	
FRESHMIX (CO2-N2)	
GOURMET N (VARIOS)	
GOURMET N-O (VARIOS)	
BANANA GAS N95	
GOURMET N	
GOURMET C	

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Por otro lado, Messer también vende productos de oxicorte como el Kit completo Lincoln (Master Kit – 2, Startlight Kit – A), reguladores (oxígeno, acetileno/propano), sopletes de corte (lamina), mangos de corte (mango-2), aditamento de corte (aditamento de corte 2) y máquinas de soldadura marca Lincoln Electric SMAW (RX450, RX520), GMAW (Mig 250), SAW, GTAW.

Figura 1.3.

Máquina de soldadura Lincoln Electric



Fuente: Lincoln Argentina, (2017)

1.1.3. Descripción del mercado objetivo de la empresa

El mercado objetivo de Messer Gases está en los principales segmentos de la economía peruana que influyen en el mercado del gas representan el 35.4 % del PBI, estos están representados por:

- Alimentos: En las industrias alimentarias se usa el dióxido de carbono, el nitrógeno y el argón. El uso más frecuente del CO₂ es en la carbonatación de bebidas, aparte de esto, también se usa en refrigeración y congelación de alimentos, envasado en atmosfera modificada, en transporte refrigerado y catering. De igual manera el nitrógeno se usa para la congelación y refrigeración de alimentos, gas para el envasado hermético de alimentos en atmosfera modificada, molienda criogénica de especias y cryocooking con este producto en alta cocina. Por último, el argón se usa como protección antioxidante de los alimentos envasados en atmosfera modificada.

- Tratamiento de aguas: Para el proceso de tratamiento de aguas residuales se utiliza el oxígeno para la oxidación catalítica, degradación biológica y generación de ozono. Por otro lado, el dióxido de carbono se usa para el control del PH y para la potabilización de agua y neutralización de aguas residuales.
- Pulpa y papel: Se usa el dióxido de carbono para el control de PH, para el lavado de la pulpa y blanqueo del papel.
- Limpieza criogénica: Esta limpieza se realiza por chorro de hielo seco, es comúnmente usada en incendios y en campos como la aviación, plásticos, mecánicas, restauración de edificios, entre otros.
- Servicios médicos: Se usa el CO₂ para la insuflación en cirugía mínimamente invasiva, en la crioterapia y crioanalgesia. El nitrógeno se usa en la conservación de muestras biológicas, criocirugía y dermatología y como gas propulsor para dispositivos médicos. El oxígeno se usa en el oxígeno terapia para alimentar los respiradores en anestesia y reanimación y en inhalación de medicamentos mediante nebulizador. El óxido nitroso es usado para la anestesia especialmente por los dentistas, este producto es comúnmente llamado el gas de la risa. El aire sintético o aire medicinal es importante para las incubadoras y ventiladores.
- Metalmecánicas: En este rubro se usa el nitrógeno como gas auxiliar para el corte por láser y plasma y como protección raíz en la soldadura de tuberías, por otro lado, es usado para el tratamiento térmico de los metales para proporcionarles una superficie de mejor calidad y flexibilidad; es fundamental en el encaje de piezas metálicas y por último es solicitado por empresas productoras de acero y aluminio. El oxígeno se ve en el rubro de la metalurgia enriqueciendo el aire en los hornos, incrementando la temperatura y elevando la eficacia del proceso de combustión de metales ferrosos y no ferrosos, en la soldadura y corte se usa para la soldadura autógena además como gas de corte con plasma. El argón también se usa en la producción de aluminio y acero además que es fundamental en la descarburación del acero. Por último, el dióxido de carbono se usa como gas de protección para los procesos de soldadura por arco eléctrico.
- Farmacéutica: Usan el dióxido de carbono en la molienda criogénica, el nitrógeno se usa como material auxiliar para la producción de sustancias activas,

para inertizar equipos y para controlar la temperatura en los reactores.

- **Análisis y laboratorios:** El argón se usa como gas puro en mezclas para procesos de análisis y control, por otro lado, el CO₂ es usado en la cromatografía de fluidos supercríticos.
- **Química:** El nitrógeno es comprado para inertizaciones de sustancias químicas inflamables, materiales a granel o polvo, con este producto también se puede controlar la temperatura de los tanques y de los reactores, de igual modo se usa para la congelación de tuberías para trabajos de reparación y mantenimiento. El oxígeno lo solicitan para usarlo como materia prima en varios procesos químicos y para el aumento de rendimiento de la oxidación en diferentes procesos de producción como la desulfuración de petróleo siguiendo el proceso Claus.
- **Automoción y transporte:** El nitrógeno es usado como protección raíz en la soldadura de componentes de automóviles y en el llenado de neumáticos de aviones y coches de carrera. El argón también está presente en el soldado de componentes como el chasis y otras piezas de acero y aluminio, sin embargo, también es usado en la producción de bombillas y airbags.
- **Medio ambiente:** Se usa el nitrógeno para la recuperación de volátiles de emisiones de gas y vapores, para el reciclaje de plásticos y neumáticos mediante la molienda criogénica.
- **Vidrio y cerámica:** Con el oxígeno enriquecen el proceso para mejorar el rendimiento de los hornos, reduciendo el consumo de combustibles fósiles.
- **Minería:** Usan diferentes gases industriales como el argón en equipos de ISP para analizar sus metales en los laboratorios, el óxido nitroso con acetileno y aire para los equipos de absorción atómica, el nitrógeno para inflar las llantas de su maquinaria pesada, el hidrogeno con aire sintético y helio UHP para los cromatógrafos.
- **Submarinismo:** Messer suministra gases de alta pureza que sirven como sustancias básicas para dichas mezclas, incluyen: helio, oxígeno y nitrógeno.

1.1.4. Estrategia general de la empresa

Las acciones a desarrollar por la empresa Messer Gases para llegar al mercado son:

- Operar ASU (planta de separación de aire) las 24 horas al día para incrementar la disponibilidad de Argón
- Cumplir con las nuevas regulaciones farmacéuticas
- Implementar un mejor sistema de distribución
- Asegurar el suministro de helio líquido para la producción de gases especiales.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general:

Mejora de la disposición de planta que permita almacenar más cilindros incrementando en un 30% el área de almacenamiento de cilindros.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Proponer una superficie de distribución más amplia al 30%, se utilizará Guerchet para obtener el área mínima necesaria para el área de operaciones Callao.
- Proponer una superficie de distribución ordenada, donde se cuente con 40% más de superficie para el almacenamiento de cilindros. Con la ayuda del análisis relacional y de la tabla relacional se determinarán la disposición ideal de las áreas de cada zona de envasado.
- Proponer el factor máquina y el factor mano de obra necesaria para la producción proyectada.

1.3. Alcance y limitaciones de la investigación

Alcances:

- El alcance de esta investigación es proponer una nueva disposición de planta del área de operaciones de la planta Messer Gases del Perú sede Callao que optimice el almacenamiento de los cilindros.

Limitaciones:

- El periodo de tiempo en el cual se desarrollará la investigación es limitado.

- Los recursos usados en este estudio como el tiempo, dinero, información, entre otros son limitados, lo que no permite una investigación a profundidad.
- Las áreas de operaciones industriales sur y seguridad industrial en Messer Gases del Perú S.A sede Callao.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Técnica

Este estudio se justifica de manera técnica porque se va a poner en práctica conocimientos y herramientas de ingeniería como la tabla matricial, la tabla multiproducto, diagrama de Ishikawa, análisis AHP, factorial de Klein, diagrama relacional, tabla relacional, método de Guerchet, entre otros. Se tendrá que analizar el recorrido de cada producto para poder estimar el espacio que va a ocupar cada uno de ellos. Para finalizar se usará un ranking de factores para seleccionar la mejor alternativa.

1.4.2. Económica

Este estudio se justifica económicamente ya que, al tener más espacio, el traslado de los cilindros será más fácil y rápida, ganando tiempo para envasar más productos, hacer otras mezclas y para que el operario termine a su hora evitando horas extras. Por otro lado. Por otro lado, con más área de almacenamiento el área de ventas puede ofrecer mayor cantidad de productos a sus clientes.

1.4.3. Social

Este estudio es justificado de forma social debido a que, con la nueva propuesta de disposición de Messer sede Callao, los operarios podrán desplazarse sin problemas ya que los cilindros dejarán de obstaculizar el paso; de esta manera, el operario ya no tendrá tensión por el excesivo congestionamiento y habrá una mejora en las condiciones de trabajo.

1.5. Hipótesis de la investigación

“La mejora de la disposición de las áreas de operaciones de la planta Messer Gases del Perú sede Callao, permitirá almacenar más cilindros, con la ayuda del Guerchet y del diagrama relacional”

1.6. Marco referencial de la investigación

- Díaz, G. B., Jarufe, Z. B., Noriega, A. M. T., & Universidad de Lima. (2007).
Para plantear una mejora en la disposición de planta primero se deberá hacer un planeamiento sistemático de disposición donde se usarán herramientas de ingeniería como el diagrama relacional de espacios, la tabla relacional de actividades, la disposición ideal, entre otros; las cuales se encuentran explicadas en el texto citado, es por esta razón que será de mucha ayuda al momento de hacer el estudio.
Debido a que es una re-disposición, no se consultarán los capítulos relacionados a localización de planta.
- Platas, G. J., Cervantes, V. M. (2015).
Debido a la poca experiencia en el tema, se necesitarán ejemplos donde se comparará y analizarán diferentes situaciones planteadas en el libro, de manera que se relacione al problema de este trabajo de investigación. *
De este texto se utilizarán los capítulos 6 al 8 ya que se encuentran partes basadas en México.
- Velásquez, J. (2001).
A modo de recordar y buscar una alternativa rápida al momento de realizar los Tablas para el estudio se consultará el libro de colección citado ya que explica de manera fácil las herramientas de ingeniería necesarias para el estudio.

- Sánchez, H. K. (2013).

Este estudio preliminar es similar a este proyecto ya que utiliza las mismas herramientas de disposición de planta que se usarán para defender la hipótesis.

Se diferencia el mercado al que va enfocado; por esta razón, los procesos productivos son diferentes.

1.7. Marco conceptual

Glosario:

Acople: Pieza que puede ser de acero o de bronce para unir dos boquillas de diferente tamaño.

Aire medicinal: Mezcla de 21% de oxígeno y 79% de nitrógeno, se envasa en cilindros.

Argón: Elemento químico no inflamable, se encuentra en el aire en un 0.93%.

Atmosfera modificada: Atmosfera con una composición de gases diferente a la del aire.

CO₂: Dióxido de carbono, gas incoloro compuesto de un átomo de carbono y dos de oxígeno.

Cryocooking: Fusión de la cocina con las bajas temperatura para obtener por ejemplo mejores frituras o mejores helados.

Estrobo: Mecanismo de seguridad el cual por un lado va acoplado al manifold y por el otro posee un ojal para engancharlo a los cilindros en proceso se envasado y así evitar accidentes por caídas de envases.

Étilmix: Mezcla de 5% de etileno y 95% de nitrógeno, se envasa en cilindros

Ferroline: Mezcla de 80% de argón y 20% dióxido de carbono, se envasa en cilindros.

Gas patrón: Es el gas que utiliza el área de control de calidad para calibrar sus instrumentos de medición.

Inertizar: Dejar inactivo un residuo peligroso inactivando o minimizando su potencial naturaleza química.

Insuflar: Introducir aire en una cavidad.

LAR: Argón líquido, con una temperatura de ebullición de -186 °C. Se envasa en termas.

LCO₂: Dióxido de carbono líquido, con una temperatura de ebullición de -78.5 °C. Se envasa en termas.

LIN: Nitrógeno líquido, con una temperatura de ebullición de -196 °C. Se envasa en termas

LOX: Oxígeno líquido, con una temperatura de ebullición de -183 °C. Se envasa en termas

Manifold: Especie de percha que se utiliza tanto para sostener a los cilindros con unos arcos soldados en la parte media como para llenarlos de producto mediante los pigtales.

Nitrógeno: Elemento químico no inflamable, se encuentra en el aire en un 78% aproximadamente. Se envasa en cilindros

Óxido nitroso: Gas no inflamable con un punto de ebullición de -88 °C, incoloro de olor dulce.

Oxígeno: Elemento químico oxidante, se encuentra en el aire en un 21% aproximadamente. Se envasa en cilindros.

PH: Prueba hidrostática, esta prueba se realiza para medir la expansión y resistencia de los cilindros cada cinco años.

Pigtale: Especie de manguera flexible que se ajusta a la boca de la válvula del cilindro. Es por donde para el producto del manifold hacia los envases cilíndricos.

Planta on-site: Tecnología que permite que el cliente tenga una pequeña planta separadora de aire, la cual solo puede dar nitrógeno y oxígeno.

Prueba NER: Prueba que se realiza a las termas para medir y regular su vacío.

Tecele: Es un equipo que se usa en Messer para izar los envases, tanto cilindros como termas.

Terma: Envase de doble chaqueta con serpentín que almacena gases en estado líquido.

UHP: Ultra high purity, los cilindros con esta terminación como el nitrógeno, oxígeno y argón presentan una alta pureza gracias a los tratamientos que se le realiza tanto al cilindro como al producto mientras se envasa.

CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO

2.1. Análisis Externo de la Empresa

2.1.1. Análisis del entorno global

2.1.1.1. Entorno Económico:

El Perú es un país minero por excelencia debido a su diversidad y geografía; por esta razón, el sector que más aporta al crecimiento económico nacional es el minero. Este representa más de 50% de las exportaciones. Según datos del Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2015), la producción de cobre creció en 23.46% gracias a la mayor producción de Toromocho y Constancia, así como la recuperación de la producción de Antamina. Por otro lado, la producción de oro creció 3.52% por la mayor producción en Ancash, Madre de Dios y Cusco. En el periodo analizado también se observó el crecimiento de la producción de zinc (8.06%), plomo (13.88%), plata (8.86%) y hierro (1.78%).

Las inversiones en el sector minero comenzaron a mostrar una tendencia negativa a partir del 2014, año que la inversión disminuye en 8.78%, debido a una coyuntura desfavorable de los precios de metales y la agudización de problemas sociales. De esta manera, se termina con el comportamiento ascendente que habían mostrado las inversiones en el sector los últimos 15 años. En el 2015 existió una mayor caída en la inversión minera, finalizando el año en \$ 7,525 MM (-15.19% respecto a diciembre 2014: US\$ 8,872 MM), producto de la menor inversión equipos de planta (-49.83%), exploración (-28.47%), explotación (-13.02%), infraestructura (-16.04%), preparación (-10.21%) y otros (-10.69%); siendo el equipo minero, la única partida que mostró un crecimiento de 17.39%.

Este sector es importante para Messer porque es uno que le da más ganancias a la empresa, no solo por la compra de los productos sino también por el requerimiento del servicio especializado de instalación.

De la cartera destacan Las Bambas (\$10,000MM), Cerro Verde (\$4,600) y Quellaveco (\$3,300); sin embargo, se consideran inversiones como Conga (\$4,800MM) y Tía María (\$1,400) que se encuentran en detención debido a los problemas sociales en localidades anti mineras, entre otros proyectos según la Tabla 2.1.

Tabla 2.1.

Principales inversiones en Perú

PROYECTOS EN CONTRUCCION (Dic 2015)		
PROYECTO	GRUPO	MONTO (US\$ MM)
Quellaveco	QUELLAVECO	3.300,00
Minas Conga	MINERA YANACocha	4.800,00
Las Bambas	LAS BAMBAS	10.000,00
Crespo	COMPAÑIA MINERA ARES	110,00
Relaves	MINERA SHOUXIN PERU	239,00
Shahuindo	SULLIDEN SHAHUNDO	132,00
Corani	BEAR CREEK	664,00
Ollachea	MINERA KURI KULLU	180,00
Proyecto Fosfatos	FOSFATOS DEL PACIFICO	500,00
Tia Maria	SOUTHERN	1.400,00
Tambomayo	BUENAVENTURA	340,00
Pampa de Pongo	JINSHAO	1.500,00
Pukaqaqa	MILPO	706,00
AMPLIACIONES (Dic 2015)		
PROYECTO	GRUPO	MONTO (US\$ MM)
Toquepala	SOUTHERN	1.200,00
Bayovar	MISKI MAYO	520,00
Marcona	SHOUGANG HIERRO PERU	1.500,00
Cerro Verde	CERRO VERDE	4.600,00
Toromocho	CHINALCO	1.320,00
El Porvenir	MILPO	45,00

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, MINEM. (2015)

2.1.1.2. Entorno social y demográfico:

Las estadísticas que se considerarán en el estudio del entorno demográfico y social deben permitir cuantificar la población que forma parte de alguno de los mercados de la empresa.

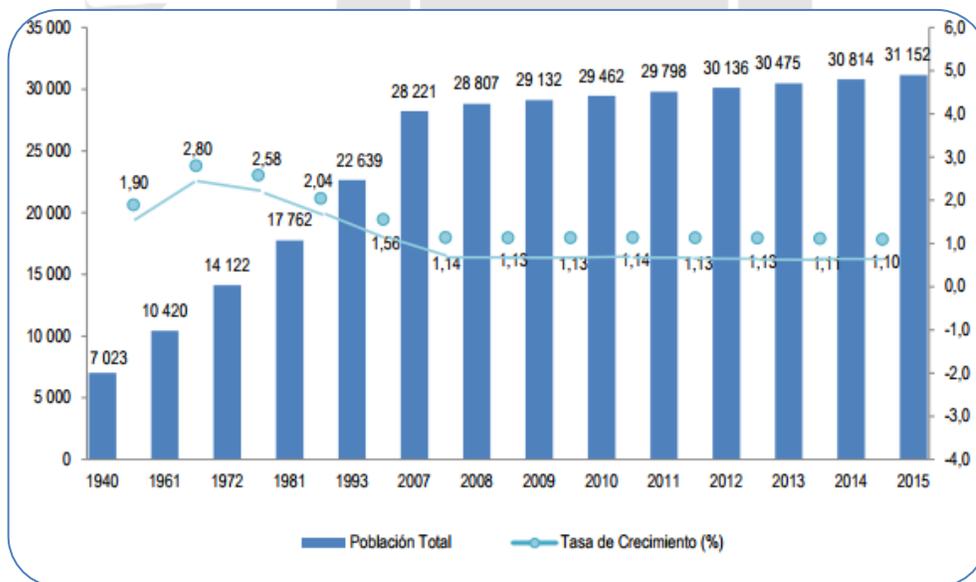
Uno de los mercados fuertes que tiene Messer es el medicinal ya que no solo vende producto y servicio post-venta sino también hace la instalación de la tubería en material inoxidable de la manera más práctica y estética posible para que el personal que labora en estos centros médicos pueda usarlos de manera rápida y eficaz.

Los productos e instalaciones de Messer en hospitales y clínicas son para: oxígeno medicinal en las salas de emergencia, óxido nitroso en los quirófanos para la anestesia, aire sintético para las incubadoras y ventiladores y nitrógeno para limpiar los instrumentos.

Según esto se necesita evaluar la tasa de natalidad en la figura 2.2. a partir de la población (figura 2.1.):

Figura 2.1.

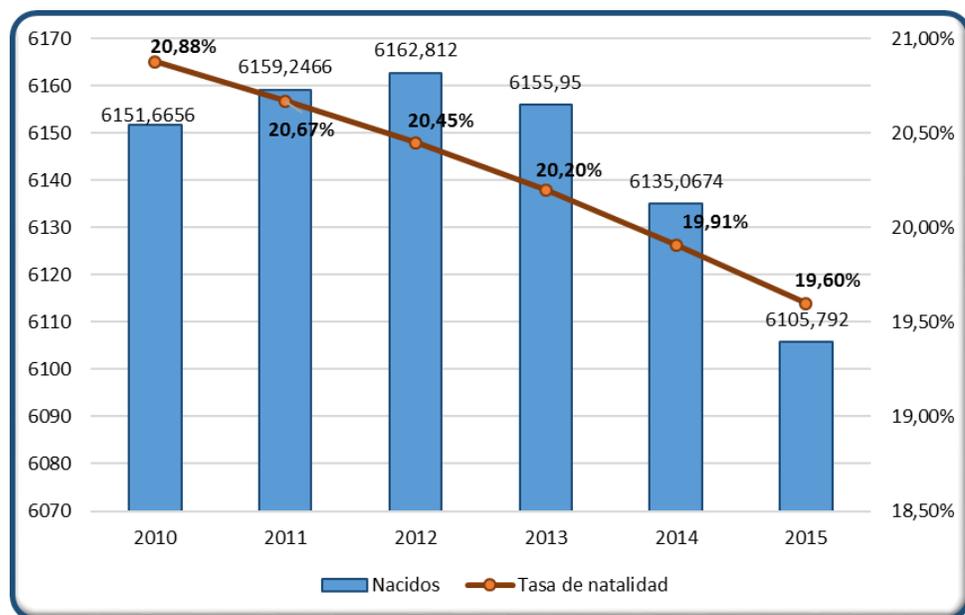
Población Nacional



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (2016)

Figura 2.2

Tasa de natalidad



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (2016)

Según la tasa de natalidad y el índice de fecundidad que podremos ver en la tabla 2.2, si bien los indicadores están bajando, se mantienen en su media lo cual es un buen pronóstico en este mercado.

Tabla 2.2.

Índice de fecundidad

AÑO	INDICE DE FECUNDIDAD (HIJOS/MUJER)
2010	2,54
2011	2,52
2012	2,5
2013	2,48
2014	2,46
2015	2,43

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (2016)

2.1.1.3. Entorno Legal:

Influyen las restricciones de los países exportadores de helio, siendo Messer comercializador de mezclas especiales de gases, necesita importar este producto para realizarlas. El helio es un elemento que no se produce ni se destila sino se extrae de yacimientos y se vende a un precio muy cómodo donde su mayor uso es el de inflar globos, los países que exportan este elemento como Estados Unidos ya están generando leyes que regulen su extracción.

2.1.1.4. Entorno tecnológico:

Como ya se mencionó Messer es una empresa europea con más de 100 años en este rubro, es por esto por lo que todas las plantas que se encuentran en ese continente son automatizadas desde la extracción hasta el envasado final y almacén. En Perú Messer tiene 24 años, la planta es automatizada en su proceso principal, la extracción, lo demás, como el envasado, es manual. En los últimos años Messer ha buscado uniformizar todas sus plantas; es decir, que la planta en Perú sea como las de Europa, pero eso es un proceso largo, primero se están enfocando en el sistema SAP, se espera que luego se automatice el envasado.

2.1.2. Análisis del entorno competitivo y del mercado

Poder de Negociación de los Compradores

Poder de negociación media ya que hay pocas empresas que ofrecen este producto lo que hace que el comprador no tenga mucha variedad, pero los precios de estas empresas están en constante cambio según volumen de compra.

Amenazas de nuevos competidores

En consideración a la amenaza de nuevos competidores es muy baja debido a que existen grandes empresas que abarcan todo el mercado nacional y empresas nuevas tienen que especializarse y poder llegar a tener la experiencia que tienen las compañías actuales. Por otro lado, la inversión en la compra de tecnologías necesarias para obtener los productos es alta, en todo caso tendrían que anclarse a otras empresas, pero es algo muy engorroso y las

ganancias se ven luego de mucho tiempo si es que se tiene conocimiento del mercado. Otro aspecto que influye es que en este mercado se ve mucho la presencia del mercado informal.

Rivalidad entre competidores

La rivalidad es alta ya que hay pocos productores para muchos distribuidores, lo cual lo convierte en un mercado altamente competitivo en relación precio-volumen. Esto también hace peligrar la utilidad de la empresa ya que es mejor vender menos y obtener mayores ganancias.

Poder de Negociación de los Proveedores

El poder de negociación de los proveedores de cilindros, válvulas y etiquetas es bajo porque existen varios proveedores, lo cual facilita la negociación; sin embargo, para los cilindros de óxido nitroso y helio, el poder de negociación es alto debido a que son importadores y son escasos los que participan en este mercado. Cabe mencionar que el poder de negociación de los proveedores de CO₂ también es alto ya que es comprado por el mayor competidor del rubro.

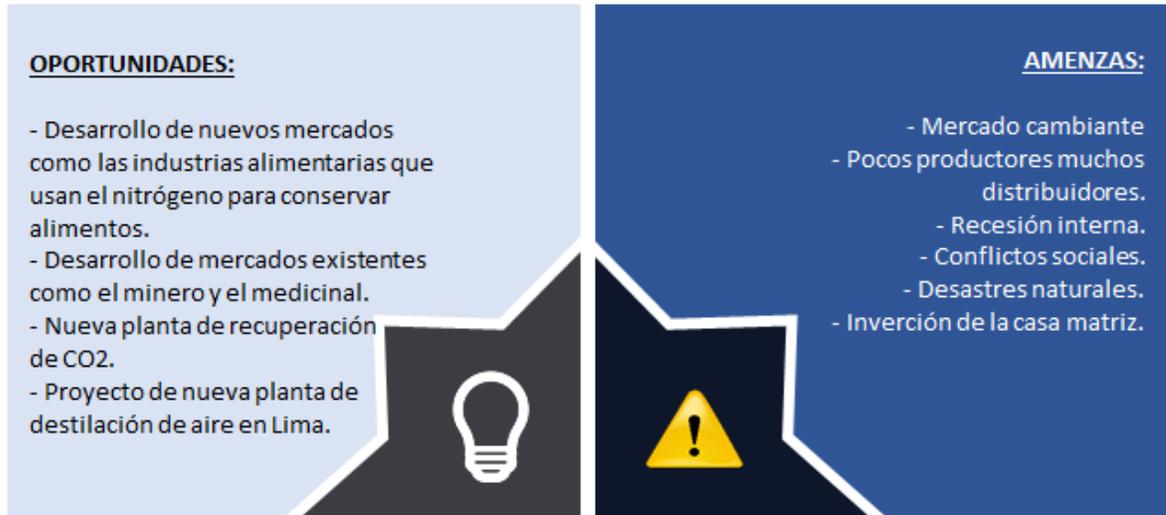
Amenazas de Productos Sustitutos

La existencia de productos sustitutos es baja, casi nula, ya que el único producto que se podría sustituir es el acetileno; como es un combustible, podría ser sustituido por el gas propano.

2.1.3. Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno

Figura 2.3.

Oportunidades y Amenazas del entorno



Elaboración propia

2.2. Análisis Interno de la Empresa

2.2.1. Análisis del direccionamiento estratégico

Visión:

Messer es un importante grupo del sector de gases industriales en las principales regiones de Europa y China.

Messer es y continuará siendo un negocio familiar independiente. Junto con los socios y compañías asociadas en los campos de la tecnología de fusión y corte, así como de instrumentos de precisión, crea sinergias y logra satisfacer las necesidades de los clientes de una forma competente, innovadora y fiable. Esto los convierte en la elección número uno para los clientes y colaboradores.

Misión:

Messer como empresa familiar se comprometen a actuar orientándose al futuro considerando las diferentes condiciones de los mercados existentes y buscar el posicionamiento en nuevos mercados.

Además, ofrece una amplia gama de gases industriales, medicinales, alimentarios y especiales. Esta gama de productos se complementa con sus servicios, plantas y equipos técnicos de alta calidad. Con una actitud emprendedora, pensamiento previsor y continua mejora de los procesos, crea un valor añadido para los clientes, por ende, asegura su éxito mutuo a largo plazo. Unas finanzas sólidas y unos beneficios adecuados garantizan su independencia y contribuyen a un crecimiento sostenido.

Objetivos organizacionales:

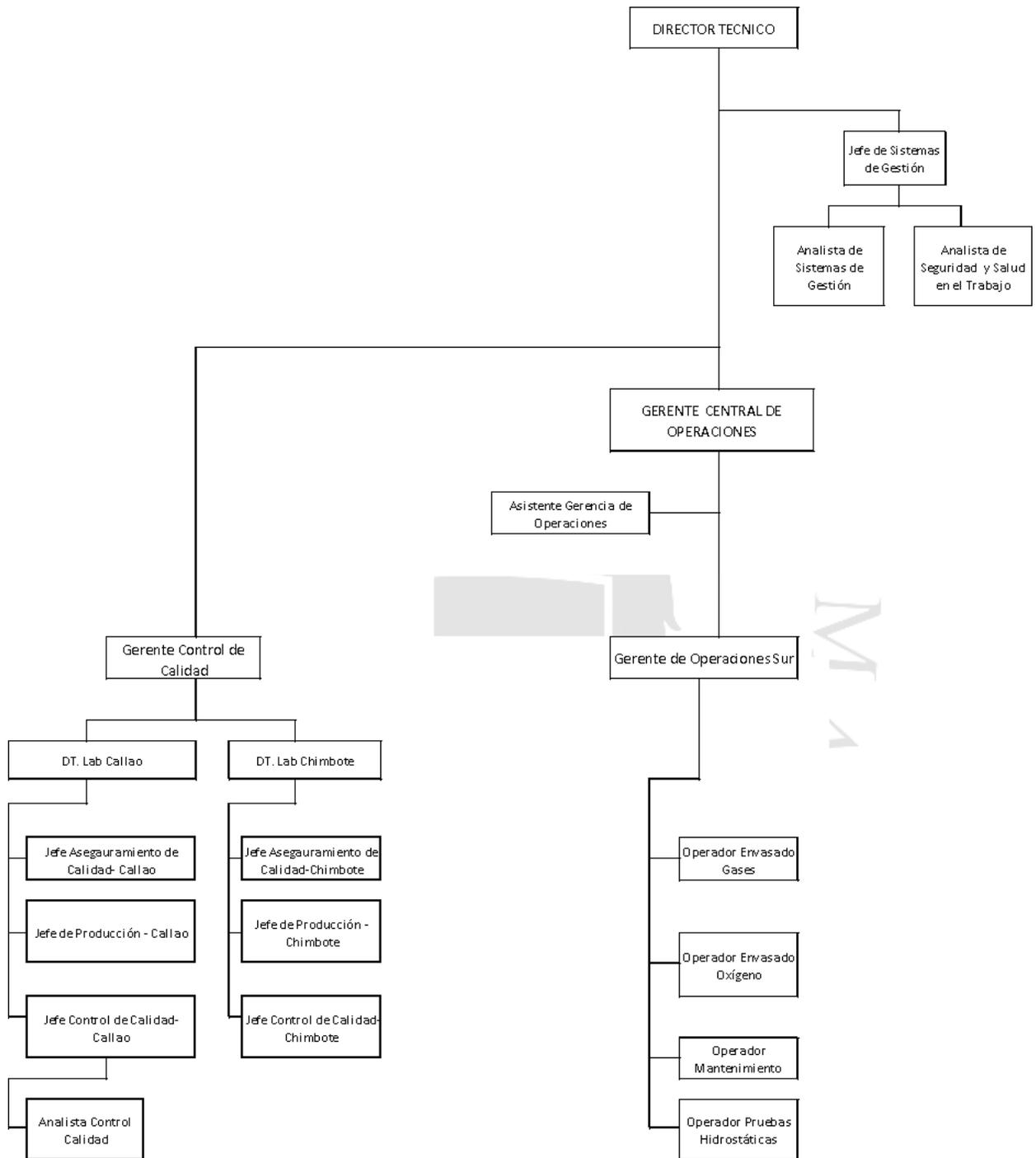
- Llegar a tener cero reclamos por falta de abastecimiento de acuerdo con las condiciones de suministro acordadas con el cliente en lo que resta del año.
- Disminuir en un 98% los reclamos por fugas, equivocación de productos y/o mal etiquetado en nuestros productos implementando controles de calidad.
- Cumplir en un 100% los compromisos asumidos mediante el uso adecuado de los recursos
- Lograr márgenes satisfactorios en relación a los volúmenes de venta y a los costos correspondientes
- Disminuir los accidentes laborales en un 97% para el año 2018 y reducirlos en su totalidad para el año 2019.

2.2.2. Análisis de la organización y estructura organizacional

El directorio de Messer se divide en tres: Directorio comercial, Directorio técnico y Directorio de administración y finanzas. Debido a que este trabajo de investigación se enfoca al área de producción, presentaremos el organigrama del directorio técnico el cual se puede ver en la figura 2.4.

Figura 2.4.

Organigrama del directorio técnico de Messer Gases.



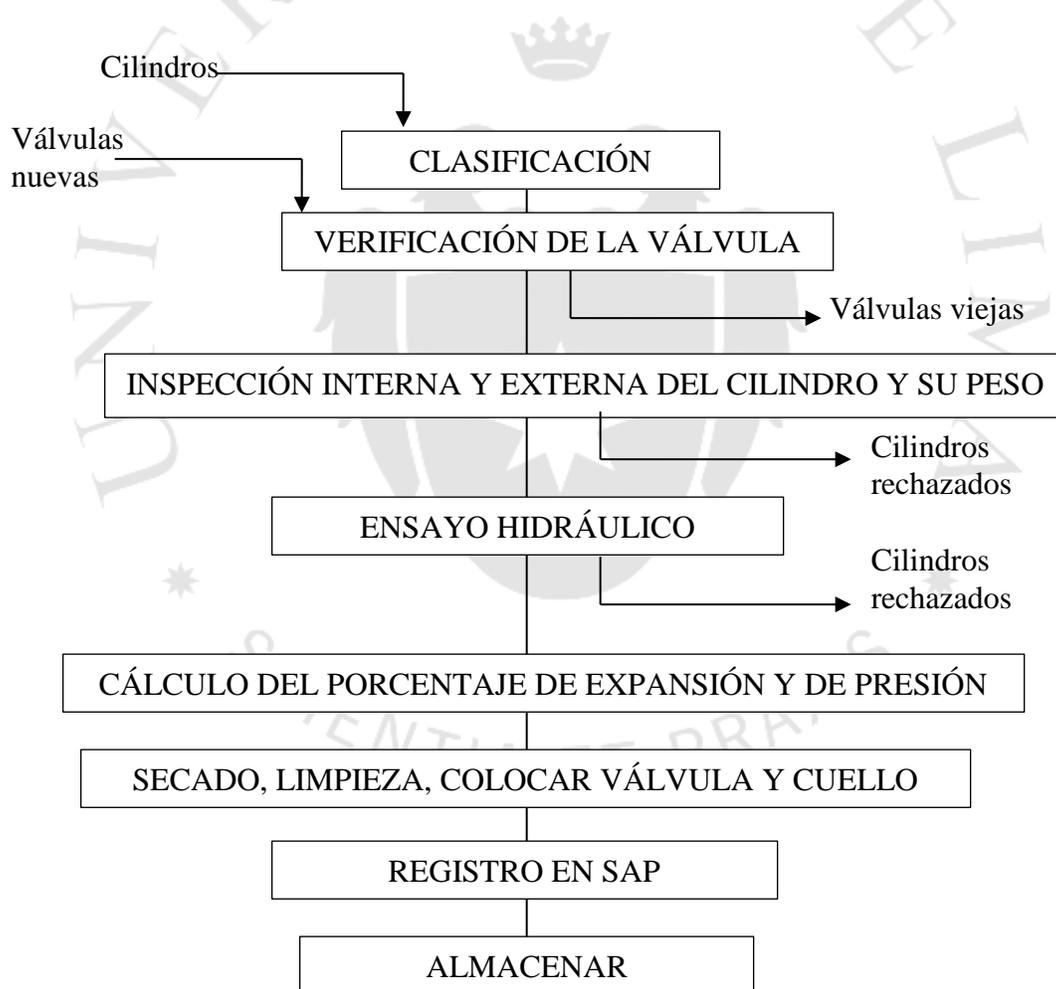
Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

2.2.3. Identificación y descripción general de los procesos claves

Los procesos claves para el estudio del área de producción son el envasado (figura 2.6, 2.7 y 2.8) y la prueba hidrostática.

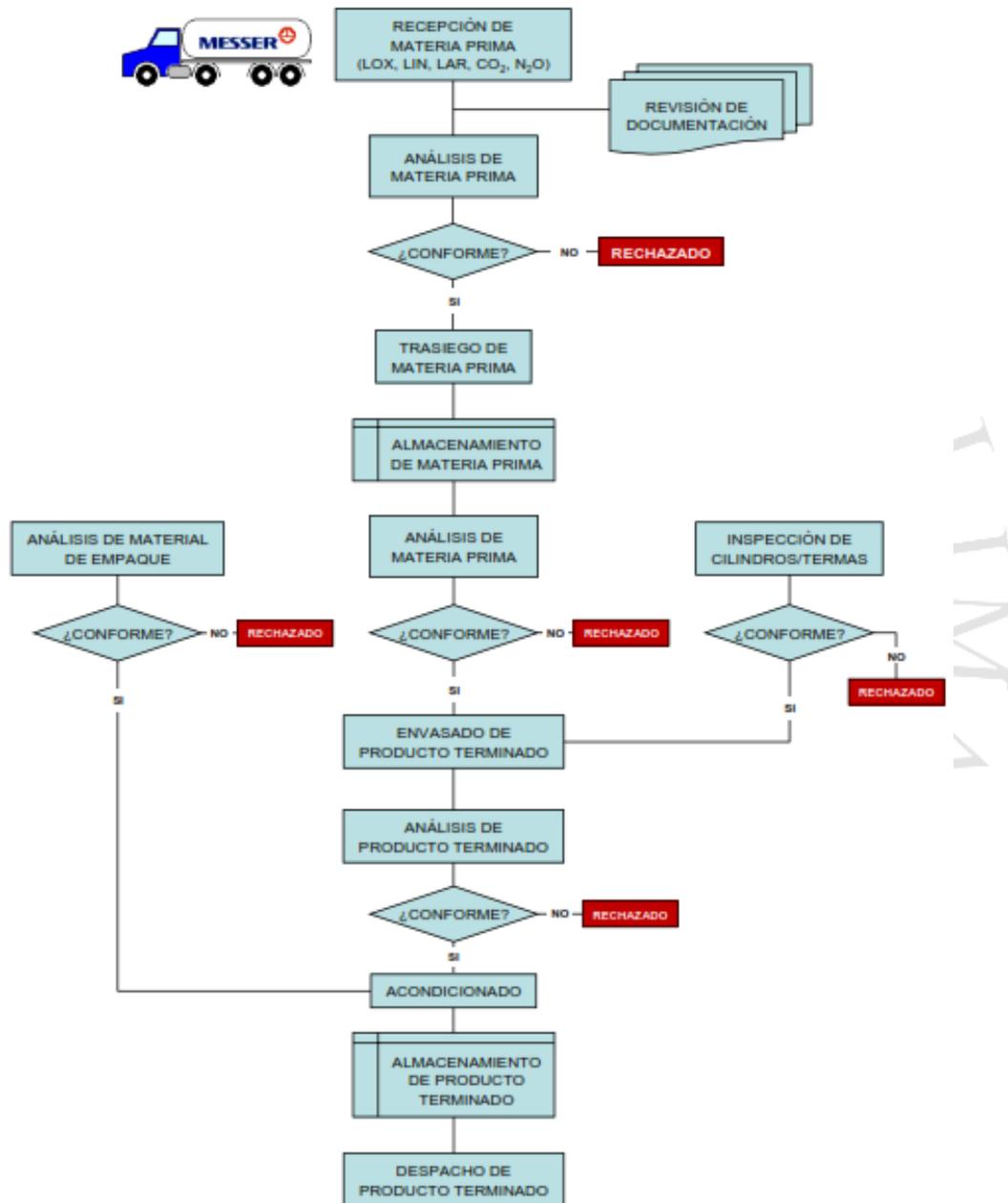
El envasado de los productos se hace de manera similar, lo que cambia es el lavado al vacío del envase cuando es UHP.

Figura 2.5.
Proceso de Prueba Hidrostática



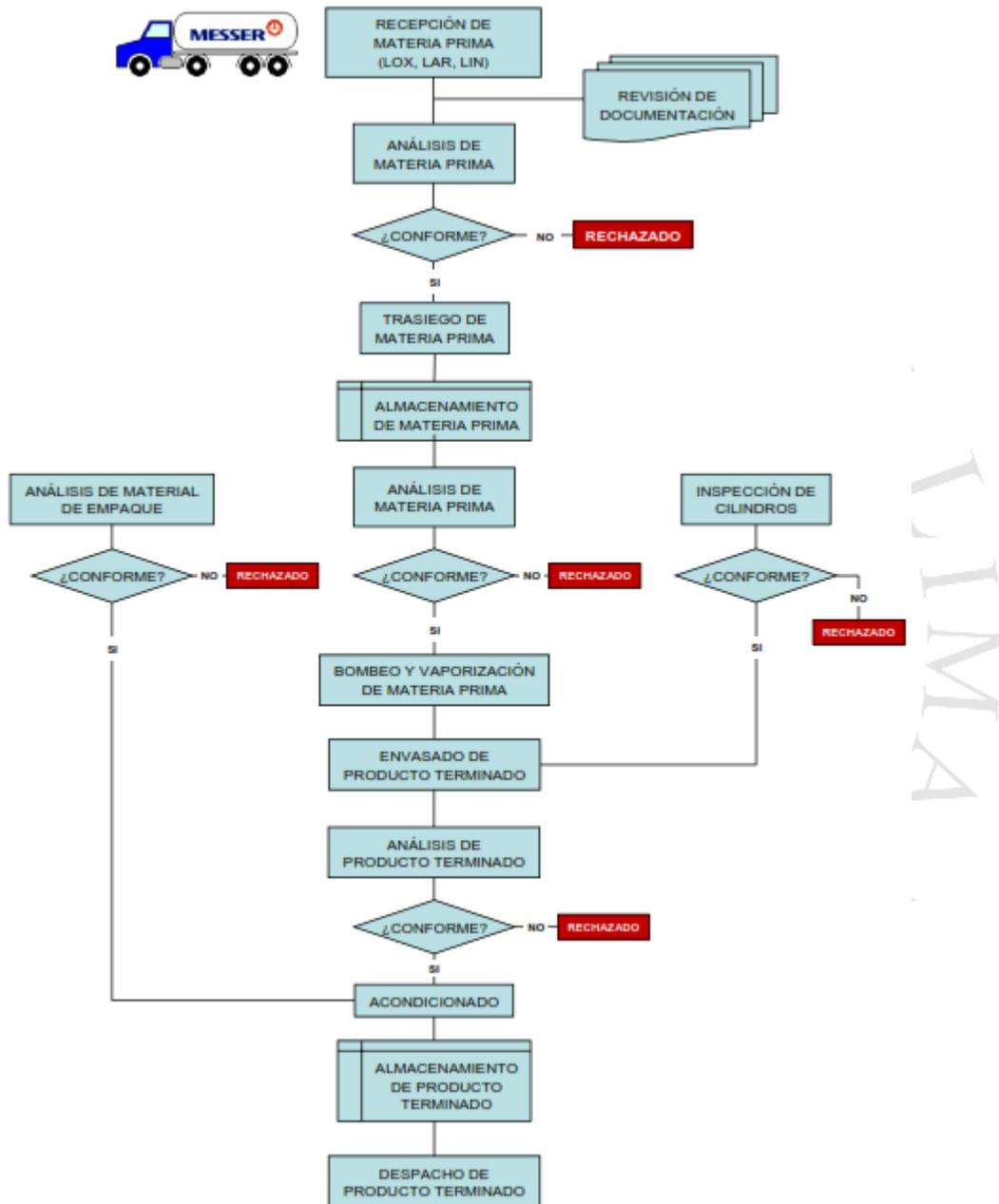
Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Figura 2.6.
Envasado de líquidos criogénicos



Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

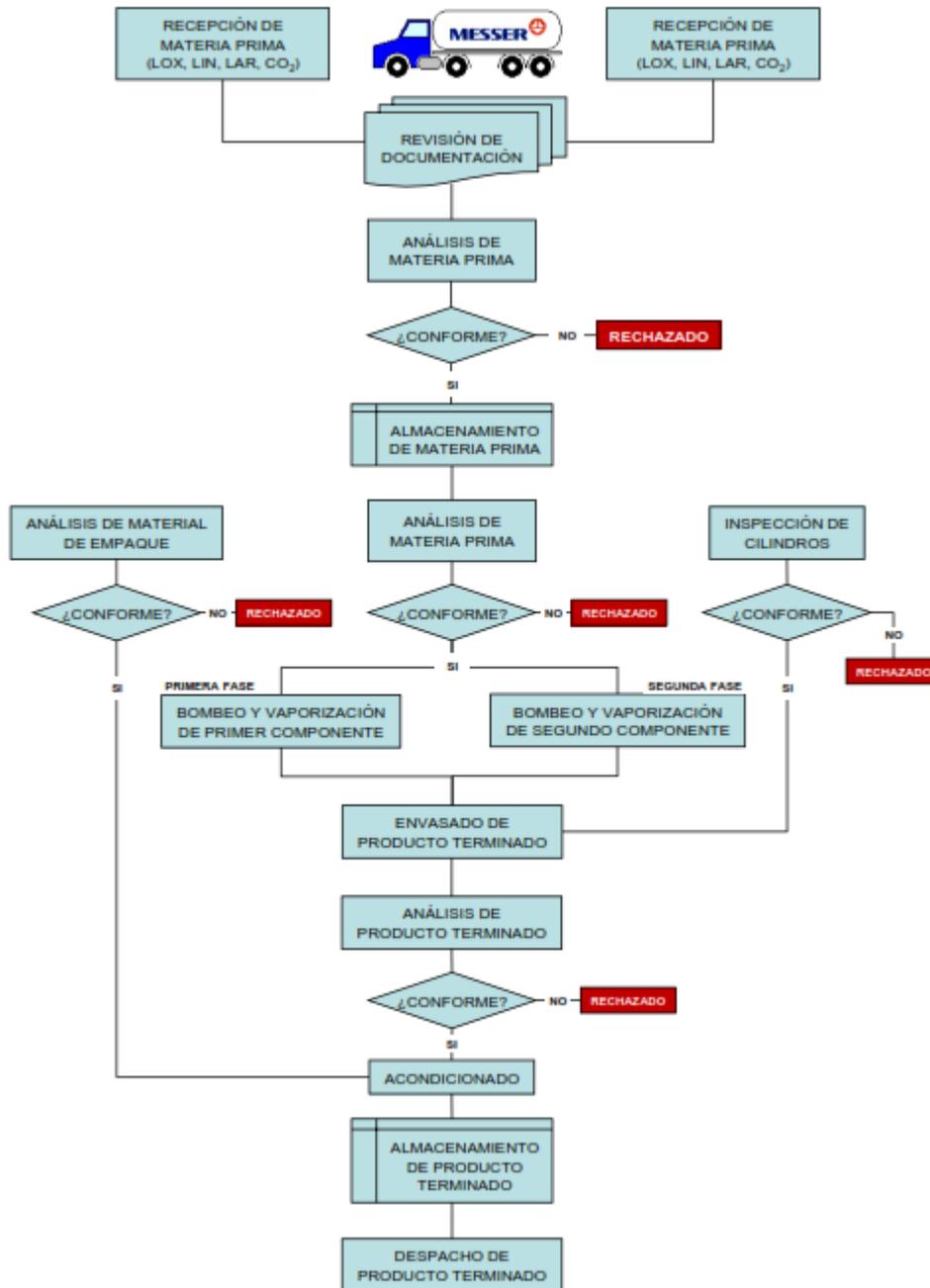
Figura 2.7.
Envasado de gases puros



Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Figura 2.8.

Envasado de mezclas



Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

2.2.4. Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves

Para el control de la mejora se utilizaran los siguientes indicadores:

- Ratio del área:

Área de almacenamiento (m²)

- Ratio de envasado:

cilindros/hora

2.2.5. Determinación de posibles oportunidades de mejora

Al tener una mejor disposición de la planta los espacios serán más ordenados y más amplios con opción a que se puedan amoldar al continuo crecimiento de la empresa lográndose así un proceso más ordenado, rápido y continuo.

2.2.6. Selección del sistema o proceso a mejorar

El sistema a mejorar es la disposición de Messer sede Callao enfocándonos al área de producción, para aumentar el área de almacenamiento de cilindros.

2.3. Análisis Producto - Cantidad y ABC

Para definir el producto principal se desarrollarán las técnicas para priorizar el factor material. Por un lado, se hará el análisis PQ el cual considera solo las cantidades de los productos en unidades, por otro lado, el análisis ABC solo considera los términos monetarios. Para ambos análisis se agruparon a los productos por familias según su recorrido.

2.3.1. Análisis producto – cantidad

En la tabla 2.5 se pueden ver las cantidades aproximadas de cada familia, que se va a producir en el año 2017 según la proyección lineal realizada en base a los últimos 5 años (tabla 2.4 y 2.5), se ordenan de forma decreciente en términos de cantidad. Seguidamente se traza el grafico PQ en la En el eje “X” va la variedad de productos y en el eje “Y” las cantidades.

Tabla 2.3.

Proyección de la demanda

PRODUCTO	2012	2013	2014	2015	2016	2017
OXIGENO	967,683.50	1,030,304.00	1,031,260.60	1,047,243.00	1,063,832.00	1,074,136.89
NITROGENO	411,395.00	442,755.00	474,964.00	486,047.00	587,594.00	658,883.20
ARGON	280,984.00	283,892.00	290,568.00	305,146.00	334,222.00	367,401.20
FERROLINE	274,816.00	331,558.00	375,669.00	407,208.00	449,641.00	474,775.40
CO2	231,253.28	265,885.92	267,855.72	287,179.77	291,661.33	299,429.52
AIRE	54,677.00	56,579.00	58,297.00	60,354.00	66,643.00	72,178.08
OXIGENO MED	120,341.00	122,569.00	130,845.00	136,296.00	146,286.00	157,302.32
OXIDO NITROSO	7,052.28	7,377.58	8,007.98	9,308.62	10,160.61	11,687.63
ETILMIX	12,894.00	16,978.00	25,040.00	35,544.00	56,025.00	78,364.60
LIN	239,783.00	285,792.20	343,138.00	368,896.00	400,422.00	418,644.20
LCO2	20,184.00	26,321.75	35,718.79	44,440.55	45,869.86	50,306.48
LAR	41,719.00	45,934.20	47,567.00	63,851.52	65,018.00	74,848.60
LOX	326,026.00	349,951.00	450,220.00	460,787.00	470,038.00	471,533.40
PH	6,260.00	7,200.00	7,517.00	7,743.00	7,950.00	8,194.58

Fuente: Messer Gases del Perú, (2016)

Tabla 2.4.

Ecuaciones para la proyección

PRODUCTO		ECUACIÓN	R ²
OXIGENO	logarítmica	$y = 55225\ln(x) + 975187$	0.9282
NITROGENO	polinómica	$y = 8517.7x^2 - 11537x + 421468$	0.9403
ARGON	polinómica	$y = 4302.7x^2 - 13043x + 290762$	0.9939
FERROLINE	polinómica	$y = -2942.1x^2 + 60183x + 219593$	0.9965
CO2	logarítmica	$y = 36753\ln(x) + 233577$	0.9572
AIRE	polinómica	$y = 650.93x^2 - 1134.9x + 55554$	0.9751
OXIGENO MED	polinómica	$y = 907.07x^2 + 1119.3x + 117932$	0.991
OXIDO NITROSO	polinómica	$y = 123.12x^2 + 76.069x + 6798.9$	0.9873
ETILMIX	polinómica	$y = 2516.9x^2 - 1E+07 x + 1E+10$	0.996
LIN	polinómica	$y = -4325.3x^2 + 66390 x + 176015$	0.9943
LCO2	polinómica	$y = -720.87x^2 + 11274 x + 8613.8$	0.9776
LAR	exponencial	$y = 36063e^{0.1217x}$	0.9032
LOX	polinómica	$y = -8503.6x^2 + 90907 x + 232221$	0.9172
PH	logarítmica	$1031.3\ln(x) + 6346.2$	0.9815

Elaboración propia

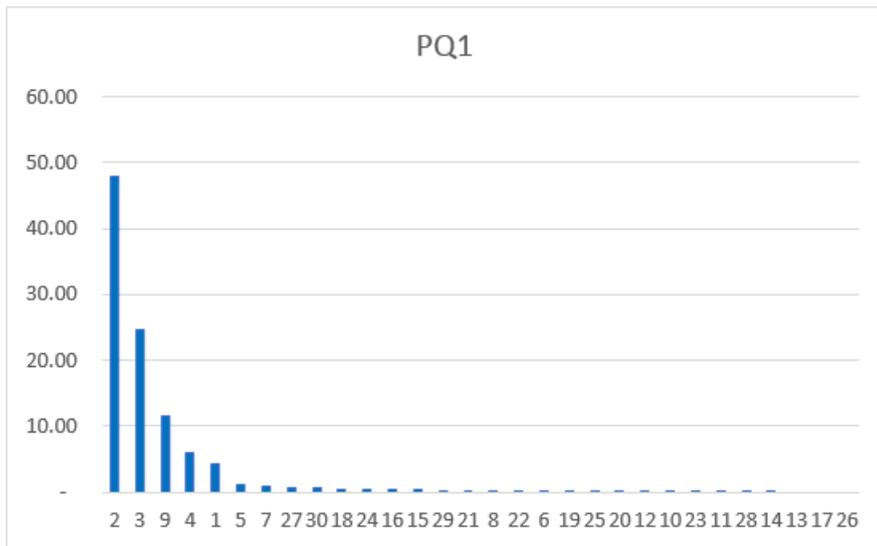
Tabla 2.5.
Producción estimada para el 2017

FAMILIA	Q	PQ1	PQ2	PQ3
2	2,524,245.00	47.89	47.91	48.28
3	1,300,093.00	24.66	24.68	24.87
9	611,277.78	11.60	11.60	11.69
4	311,400.00	5.91	5.91	5.96
1	229,400.12	4.35	4.35	4.39
5	60,745.80	1.15	1.15	1.16
7	43,720.00	0.83	0.83	0.84
27	39,944.44	0.76	0.76	0.76
30	31,966.67	0.61	0.61	0.61
18	25,111.11	0.48	0.48	0.48
24	17,470.00	0.33	0.33	0.33
16	16,630.00	0.32	0.32	0.32
15	16,170.00	0.31	0.31	0.31
29	11,466.67	0.22	0.22	0.22
21	8,740.00	0.17	0.17	
8	7,694.40	0.15	0.15	
22	5,666.67	0.11	0.11	
6	3,102.80	0.06	0.06	
19	2,150.00	0.04	0.04	
25	1,630.00	0.03	0.03	
20	980.00	0.02		
12	870.00	0.02		
10	570.00	0.01		
23	110.00	0.00		
11	30.00	0.00		
28	30.00	0.00		
14	10.00	0.00		
13	-	-		
17	-	-		
26	-	-		
SUMA 1	5,271,224.45			
SUMA 2	5,268,624.45			
SUMA 3	5,228,173.92			

Elaboración propia

Figura 2.9.

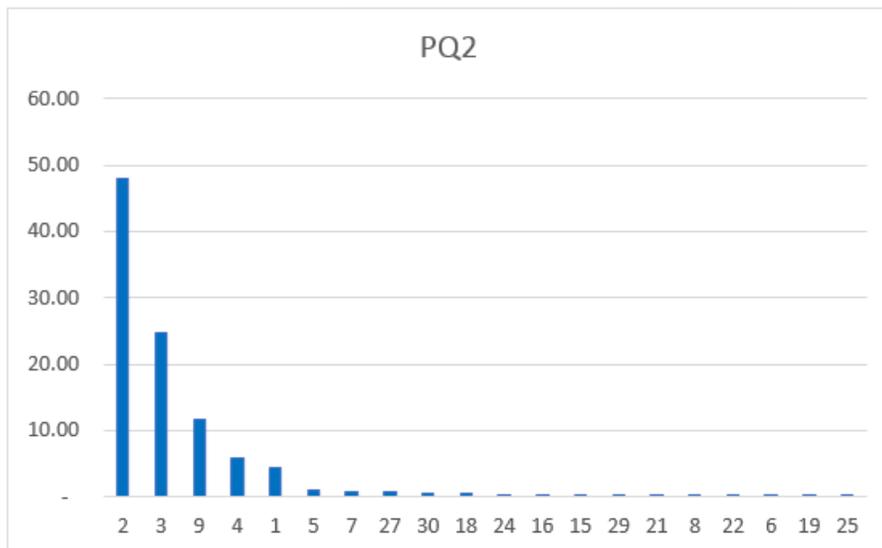
Análisis PQ de todos los productos



Elaboración propia

Figura 2.10.

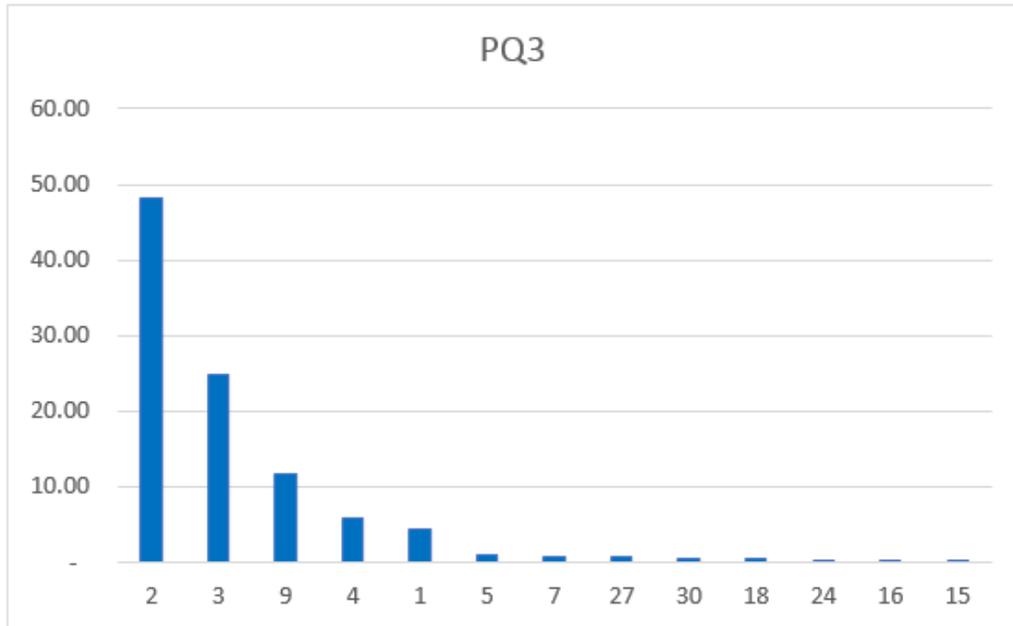
Análisis PQ productos con ingresos mayores a mil m3



Elaboración propia

Figura 2.11.

Análisis PQ productos con ingresos mayores a 10000 m3



Elaboración propia

Cada área en las figuras 2.9, 2.10 y 2.11 representa lo siguiente:

- M: Pocos clientes con productos que se venden en grandes cantidades.
- I: Variedad de clientes con productos que tienen una venta estándar.
- J: Muchos clientes con producto que se vende en pocas cantidades.

Analizando las Tablas y figuras expuestas, se puede llegar a la conclusión que los productos que más se envasan son los especificados en la tabla 2.7.

2.3.2. Análisis ABC

En la tabla 2.9 se puede ver el análisis ABC realizado donde se ordenan las familias de forma decreciente según su % de ingreso. En base a esos valores se identificarán las zonas ABC en la figura 2.11.

Tabla 2.6.

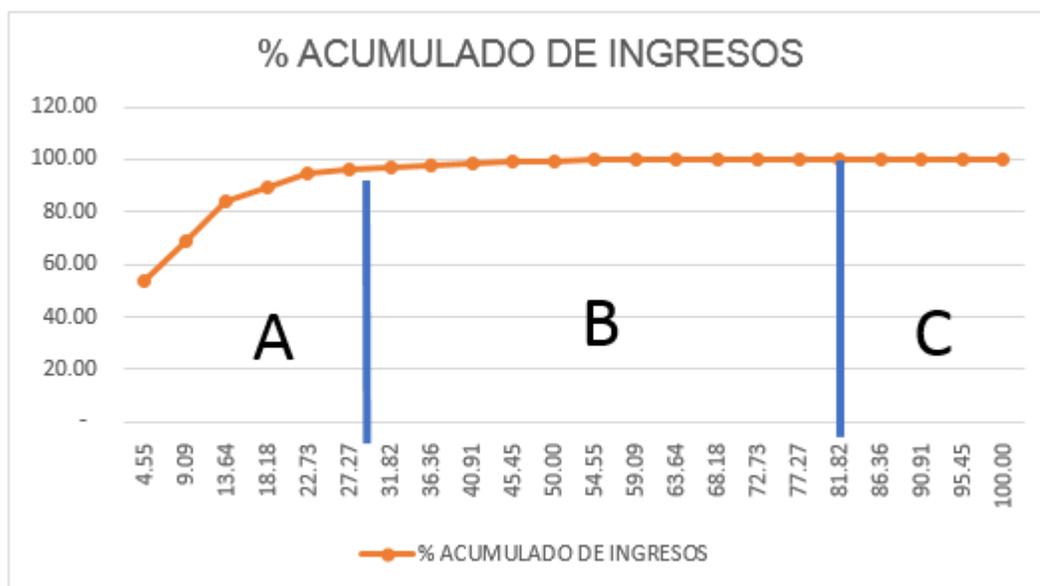
Tabla del análisis ABC de las cantidades proyectadas al 2017

Nº	FAMILIA	INGRESO	% INGRESOS	ACUMULADO	% FAMILIA	
1	2	41,919,512.00	53.99	53.99	4.55	A
2	3	11,743,231.20	15.13	69.12	9.09	
3	9	11,308,638.89	14.57	83.69	13.64	
4	4	4,671,000.00	6.02	89.70	18.18	
5	1	4,049,751.80	5.22	94.92	22.73	
6	5	911,187.00	1.17	96.09	27.27	
7	7	872,650.00	1.12	97.22	31.82	
8	18	452,000.00	0.58	97.80	36.36	B
9	16	424,190.00	0.55	98.35	40.91	
10	30	413,800.00	0.53	98.88	45.45	
11	15	376,910.00	0.49	99.36	50.00	
12	21	200,640.00	0.26	99.62	54.55	
13	8	88,132.80	0.11	99.74	59.09	
14	6	84,221.80	0.11	99.84	63.64	
15	19	38,700.00	0.05	99.89	68.18	
16	20	35,370.00	0.05	99.94	72.73	
17	25	30,750.00	0.04	99.98	77.27	
18	10	10,545.00	0.01	99.99	81.82	C
19	12	3,045.00	0.00	100.00	86.36	
20	23	2,365.00	0.00	100.00	90.91	
21	11	105.00	0.00	100.00	95.45	
22	14	35.00	0.00	100.00	100.00	
		77,636,780.49				

Elaboración propia

Luego se procede a graficar en el eje X el porcentaje acumulado de productos y en el eje Y el acumulado en términos monetarios.

Figura 2.12.
Análisis ABC



Elaboración propia

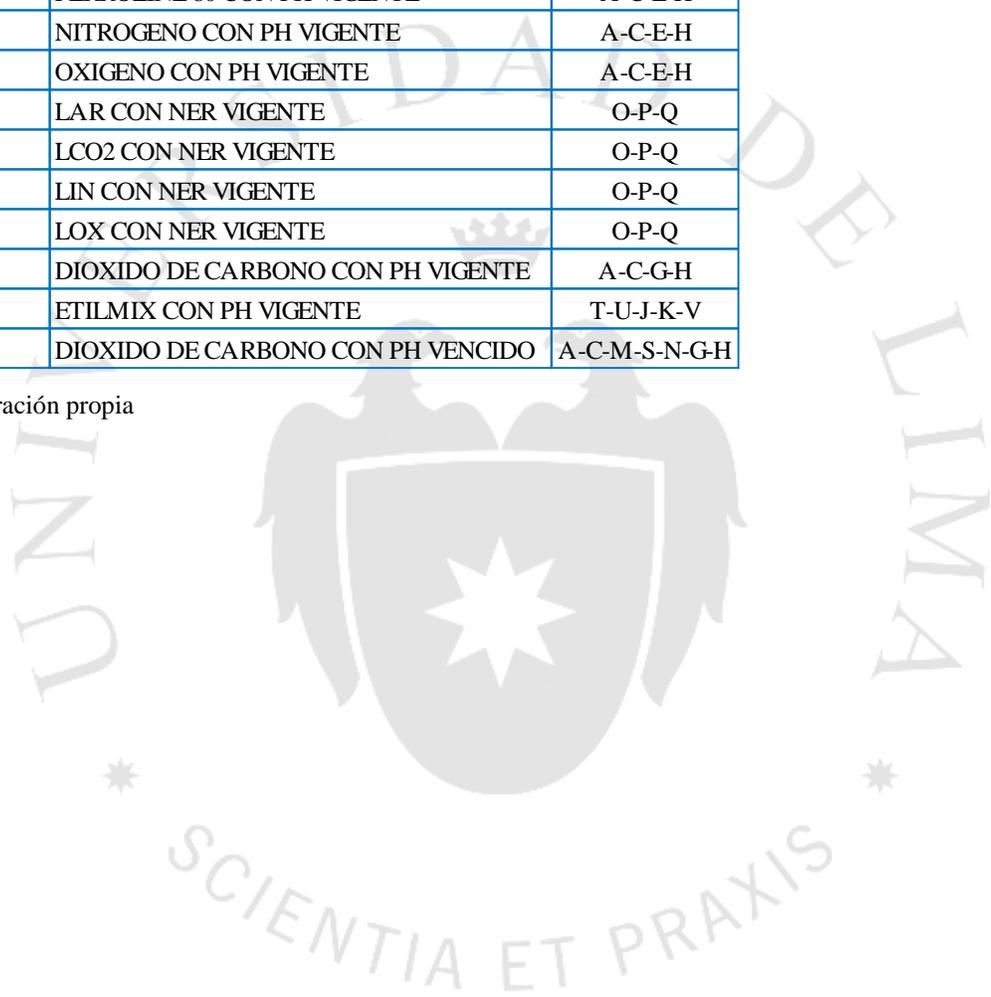
Según el análisis ABC las familias y los productos que generan mayores ingresos se presentan en la tabla 2.7 con sus respectivos recorridos, son estos los que se van a priorizar en el análisis de distribución de planta.

Tabla 2.7.

Familias del grupo A

FAMILIA	PRODUCTO	RECORRIDO
1	AIRE MEDICINAL CON PH VIGENTE	B-D-F-J-K-I
1	OXIDO NITROSO CON PH VIGENTE	B-D-F-J-K-I
1	OXIGENO MEDICINAL CON PH VIGENTE	B-D-F-J-K-I
2	ARGON CON PH VIGENTE	A-C-E-H
2	FERROLINE 80 CON PH VIGENTE	A-C-E-H
2	NITROGENO CON PH VIGENTE	A-C-E-H
2	OXIGENO CON PH VIGENTE	A-C-E-H
3	LAR CON NER VIGENTE	O-P-Q
3	LCO2 CON NER VIGENTE	O-P-Q
3	LIN CON NER VIGENTE	O-P-Q
3	LOX CON NER VIGENTE	O-P-Q
4	DIOXIDO DE CARBONO CON PH VIGENTE	A-C-G-H
5	ETILMIX CON PH VIGENTE	T-U-J-K-V
9	DIOXIDO DE CARBONO CON PH VENCIDO	A-C-M-S-N-G-H

Elaboración propia



CAPITULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO.

3.1. Análisis del sistema o proceso objeto de estudio

3.1.1. Caracterización detallada del sistema o proceso objeto de estudio

Esta redistribución de planta en Messer Gases se va a enfocar en el área de producción la cual abarca el área de envasado y de prueba hidrostática. Las matrices de caracterización se pueden ver en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3; luego se describirán los procesos de estudio más a detalle.

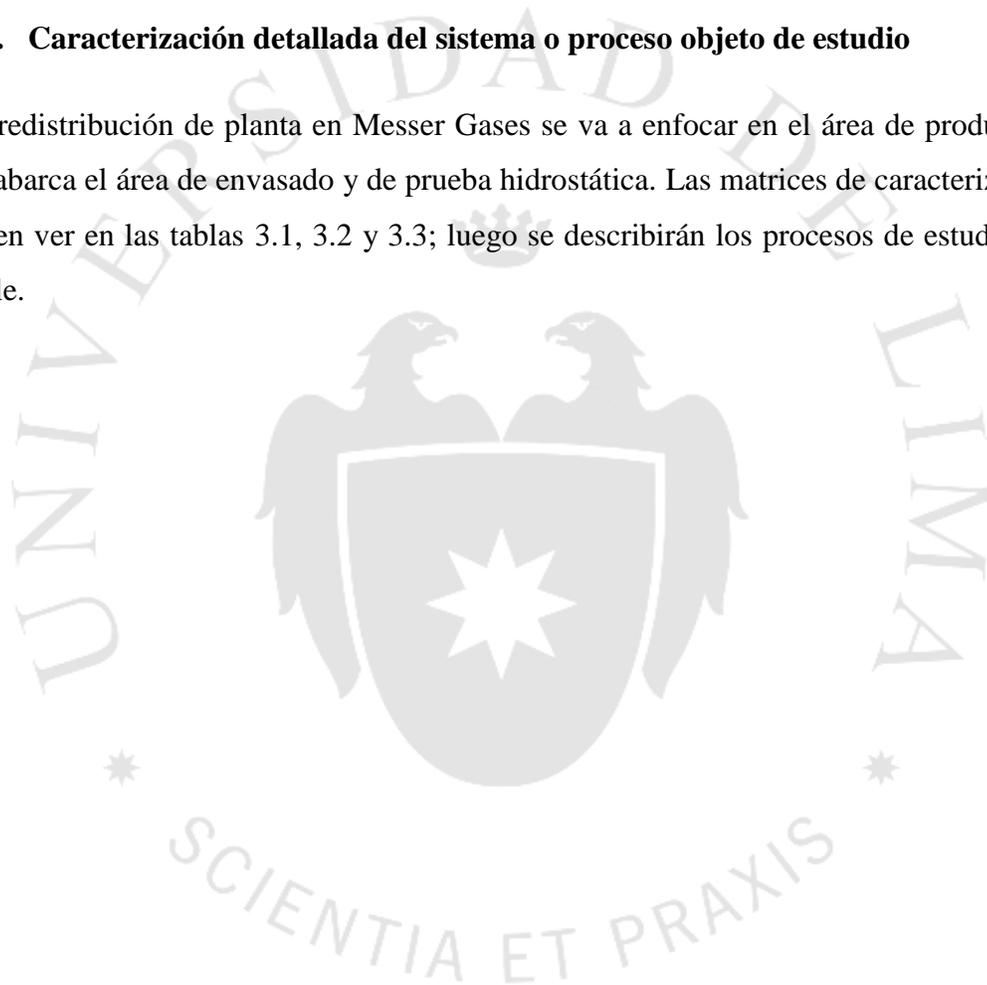


Tabla 3.1.

Matriz de caracterización del envasado de productos industriales

	MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO		Código	D-PP-MC-08B
			Versión	01
			Página	1 de 1
			Fecha de revisión	02/10/2017
Proceso:	Envasado	Responsable (Autoridad) :	Gerente de Operaciones Norte / Sur	
Sub proceso:	Envasado Productos Industriales	Tipo de Proceso / Subproceso:	Clave	
Objetivo:	Asegurar las operaciones adecuadas del envasado de productos Industriales, a fin de garantizar la calidad del producto y normar su operación.			
Alcance:	Gases comprimidos, Líquidos criogénicos, Gases licuados y mezclas de gases envasados en las sucursales autorizadas			
Normas Aplicables:	- NTP 399.705 Cilindros para Gases - Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo - NTP ISO 9001 Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO 14001 Sistema de Gestión Ambiental			
Procedimientos del proceso / subproceso:	- P-E-01 Proceso de Envasado - P-SSMA-PRO-01 Procedimiento Manejo Seguro de Gases - P-SSMA-PRO-02 Procedimiento Manejo Seguro de Líquidos Criogénicos - P-SSMA-PRO-03 Procedimiento Uso de Equipo Protección Personal - I-E-GC-01 Llenado de gases comprimidos - I-E-LC-01 Llenado de líquidos criogénicos - I-E-GL-01 Llenado de gases licuados - P- VD - 04 Instructivo sobre el manejo de envases para ventas - I-E-01A Determinación de condición de servicio en planta de envasado - I-E-01B Acondicionado de productos - P-ASG-DT-01 Liberación de productos			

(Continúa)

(Continuación)

Proveedores	Entradas	Actividades	Salidas	Cliente (Receptor)
- Ventas / Despacho	- Requerimiento de ventas	Planificación de Envasado	- Programación de producción	- Supervisor de Operaciones - G. Operaciones - Operador de Envasado
- Supervisor de Plataforma - Operador de Plataforma	- Envases vacíos	Inspección de Envases / equipos	- Envases aptos para llenado - Envases no aptos	- Operador de Envasado - Mantenimiento de envases
- Operador de Envasado	- Envases aptos para llenado	Llenado de envases	- Producto envasado	- Jefe de Control de Calidad
- Jefe de Control de Calidad	- Producto aprobado - Producto no apto	Acondicionado de producto / Reproceso	- Producto terminado - Producto reprocesado	- Operador de Envasado - Jefe de Control de Calidad
- Operador de Envasado	- Producto terminado	Almacenamiento de Producto Terminado	- Producto Terminado almacenado	- Operador de Envasado - Supervisor de plataforma - Supervisor de Distribución
- Operador de Envasado	- Producto Terminado almacenado - Planilla de Llenado	Liberación de producto	- Producto Liberado	- Operador de Plataforma - Ventas - Supervisor de Plataforma - Supervisor de Distribución

(Continúa)

(Continuación)

Parámetros de Control / Medición / Seguimiento	Medios de control	Responsable
Temperatura de llenado	Termómetro Infrarrojo (0 a 100 °C)	Operador de Envasado
Presión de vacío	Manovacuómetro analógico (-15 a 60 psi)	Operador de Envasado
Presión de llenado	Manómetro (0 a 4000 psi)	Operador de Envasado
Prueba de Fugas	Solución detectora de fugas	Operador de Envasado
Peso	Balanza	Operador de Envasado
Análisis de producto terminado	- Analizador de pureza - Analizador de impurezas - Tubos Dräger - Cromatógrafo de gases	Jefe de Control de Calidad

INDICADORES DE PROCESO / SUBPROCESO

Nombre del indicador	Meta / Objetivo	Formula	Unidad	Frecuencia	Fuente de Información	Responsable
Ratio de utilización - Envasado	>= 75%	$(m^3 \text{ envasados totales} / m^3 \text{ utilizados}) * 100$	%	mensual	Control de proceso envasado - Industrial	Gerente de Operaciones

Proceso de Soporte	Recursos	
Mantenimiento de Infraestructura	Personal	Infraestructura / equipos / materiales
Mantenimiento de Envases	Jefe de Producción	Plataforma de Llenado
Mantenimiento de Planta	Operador de Envasado	Áreas de almacenamiento
Administración de Personal	Jefe de Control de Calidad	Tanques de Almacenamiento
Abastecimiento y Contrataciones		Bomba de vacío, Bomba criogénica
Soporte Informático	Ambiente de Trabajo	Cilindros de alta presión / termas criogénicas
Gestión de Mejora	Ambiente amplio, techado y ventilado	Vaporizadores
Control de Calidad	Equipos de Seg. y Medición	Panel de Control (con manifold de llenado)
Prevención SST y MA	Analizador de Purezas / Impurezas	Pistola de Calor
	Cromatógrafo de Gases	Eq. Computo, Eq. Comunicación
	Tubos Dräger	

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Tabla 3.2.

Matriz de caracterización del envasado de productos medicinales

		MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO		Código	D-PP-MC-08A
				Versión	01
				Página	1 de 1
				Fecha de revisión	02/10/2017
Proceso:	Envasado		Responsable (Autoridad):	Director Técnico de Laboratorio	
Sub proceso:	Envasado de Productos Medicinales		Tipo de Proceso / Subproceso:	Clave	
Objetivo:	Asegurar las operaciones adecuadas del envasado de productos medicinales, a fin de garantizar la calidad del producto y normar su operación				
Alcance:	Gases comprimidos, Líquidos criogénicos, Gases licuados y mezclas de gases, de uso medicinal, envasados en las sucursales autorizadas				
Normas Aplicables:	<ul style="list-style-type: none"> - BPM Buenas Practicas de Manufactura - NTP 399.705 Cilindros para Gases - Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo - NTP ISO 9001 Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO 14001 Sistema de Gestión Ambiental 				
Procedimientos del proceso / subproceso:	<ul style="list-style-type: none"> - P-E-01 Proceso de Envasado - P-SSMA-PRO-01 Procedimiento Manejo Seguro de Gases - P-SSMA-PRO-02 Procedimiento Manejo Seguro de Líquidos Criogénicos - P-SSMA-PRO-03 Procedimiento Uso de Equipo Protección Personal - I-E-01A Determinación de condición de servicio en planta de envasado - I-E-GC-01 Llenado de gases comprimidos - I-E-LC-01 Llenado de líquidos criogénicos - I-E-GL-01 Llenado de gases licuados - I-E-01B Acondicionado de productos - P-ASG-DT-01 Liberación de productos 				

(Continúa)

(Continuación)

Proveedores	Entradas	Actividades	Salidas	Cliente (Receptor)
Ventas / Despacho	- Requerimiento de ventas	Planificación de Producción	Orden de producción	- Jefe de Producción
Jefe de Producción	- Orden de producción - Área de envasado - Equipos / instrumentos	Despeje de Línea	- Registro de Manufactura - Área lista para envasado - Equipos / instrumentos aptos para uso	- Operador de Envasado
- Jefe de Producción - Supervisor de Plataforma	- Orden de producción - Envases vacíos	Inspección de Envases	- Registro de Manufactura - Envases aptos para llenado	- Operador de Envasado
- Operador de Envasado	- Registro de Manufactura - Área lista para envasado - Equipos / instrumentos aptos para uso - Envases aptos para llenado	Llenado de envases	- Registro de Manufactura - Producto envasado	- Jefe de Control de Calidad
- Jefe de Control de Calidad	- Registro de Manufactura - Producto aprobado	Acondicionado de Producto	- Sobre Técnico - Producto Terminado	- Operador de Envasado
- Operador de Envasado	Producto Terminado	Almacenamiento de Producto Terminado	Producto Terminado almacenado	- Jefe de Producción
- Jefe de Producción	- Producto Terminado almacenado - Sobre técnico	Liberación de Productos	Producto Liberado	- Operador de Plataforma - Ventas - Supervisor de Plataforma

(Continúa)

(Continuación)

Parámetros de Control / Medición / Seguimiento	Medios de control	Responsable
Temperatura de llenado	Termómetro Infrarrojo (0 a 100 °C)	Operador de Envasado
Presión de vacío	Manovacuómetro analógico (-15 a 60 psi)	Operador de Envasado
Presión de llenado	Manómetro (0 a 4000 psi)	Operador de Envasado
Prueba de Fugas	Solución detectora de fugas	Operador de Envasado
Análisis de producto terminado	- Analizador de pureza - Analizador de impurezas - Tubos Dräger - Cromatografía de gases	Jefe de Control de Calidad

INDICADORES DE PROCESO / SUBPROCESO						
Nombre del indicador	Meta / Objetivo	Formula	Unidad	Frecuencia	Fuente de Información	Responsable
% Eficiencia de Instalación	>= 80%	(Total de cilindros corregidos / total de cilindros producidos) *100	%	mensual	Control de Producción, Control de envasado (unidades)	Jefe de Producción
Cantidad de Reclamos de Producto Terminado	<= 4000 ppm	N° reclamos / total de unidades envasadas	ppm	Mensual	Hojas de reclamo vía mail	Jefe de Producción
Índice de Productividad	Según tipo de producto terminado	(Productividad verificada / Productividad Std) *100	%	Mensual	Control de envasado / Horas Trabajadas	Jefe de Producción
Horas extras en periodo	<= 20%	(total de horas extras / total horas trabajadas) *100	%	Mensual	Horas extras generadas durante el mes	Jefe de Producción

Proceso de Soporte	Recursos	
Mantenimiento de Infraestructura	Personal	Infraestructura / equipos / materiales
Mantenimiento de envases	Jefe de Producción	Plataforma de Llenado
Mantenimiento de Planta	Operador de Envasado	Áreas de almacenamiento
Administración de Personal	Analista / Jefe Calidad	Tanques de Almacenamiento
Abastecimiento y Contrataciones		Bomba de vacío, Bomba criogénica
Soporte Informático	Ambiente de Trabajo	Cilindros de alta presión / termas criogénicas
Gestión de mejora	Ambiente amplio, techado y ventilado	Vaporizadores
Control de Calidad	Equipos de Seg. y Medición	Panel de Control (con manifold de llenado)
Prevención SST y MA	Analizador de Purezas / Impurezas	Pistola de Calor
	Cromatógrafo de Gases	Eq. Computo, Eq. Comunicación
	Tubos Drager	

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

3.1.1.1. Prueba hidrostática

La prueba hidrostática mide el porcentaje de expansión de cada cilindro, este porcentaje debe de estar dentro de los rangos de cada especificación, si el cilindro tiene mucha expansión puede explotar por la presión del gas y ocasionar accidentes, de igual forma si no tiene la expansión necesaria puede comenzar a rajarse.

Los cilindros llegan a la prueba hidrostática cuando el operario se percata de que el cilindro se encuentra con PH vencida, (la fecha de la última prueba realizada esta especificada en el lomo del cilindro), es ahí donde se pone el cilindro en la zona de cilindros para PH. Está totalmente prohibido llenar un cilindro con producto si la fecha de PH se encuentre vencida ya que representa un riesgo para el operario, la empresa y el cliente.

Una vez que el cilindro llega a PH, se clasifican los cilindros por producto para luego pasar a vaciarlos, en el caso de los productos gaseosos, se verifica si tiene producto por la presión en el cilindro, en el caso de los productos líquidos, si el peso es mayor al peso tara que está marcado en el lomo es porque tiene producto. Una vez que el cilindro se encuentra sin producto se realiza una inspección externa del cilindro, si todo está bien, se saca la válvula para poder hacer una inspección interna y de la válvula, en caso la válvula este dañada, se cambia al instante. Se revisan los hilos de la rosca que une la válvula con el cilindro, si está muy desgastada la rosca interna del cilindro, este es rechazado, sino se le hace una limpieza y mantenimiento rápido con el macho de roscar, si los hilos de la válvula están dañados, se cambia, si no, se les hace mantenimiento y se les coloca teflón. El cilindro no debe presentar cortes, corrosión interna ni uniones de soldadura, sino es rechazado automáticamente. Se pesa el cilindro, sea gaseoso o líquido, si este peso es igual o menor al 95% de la tara marcada en el lomo, es rechazado ya que el espesor de las paredes no es el correcto.

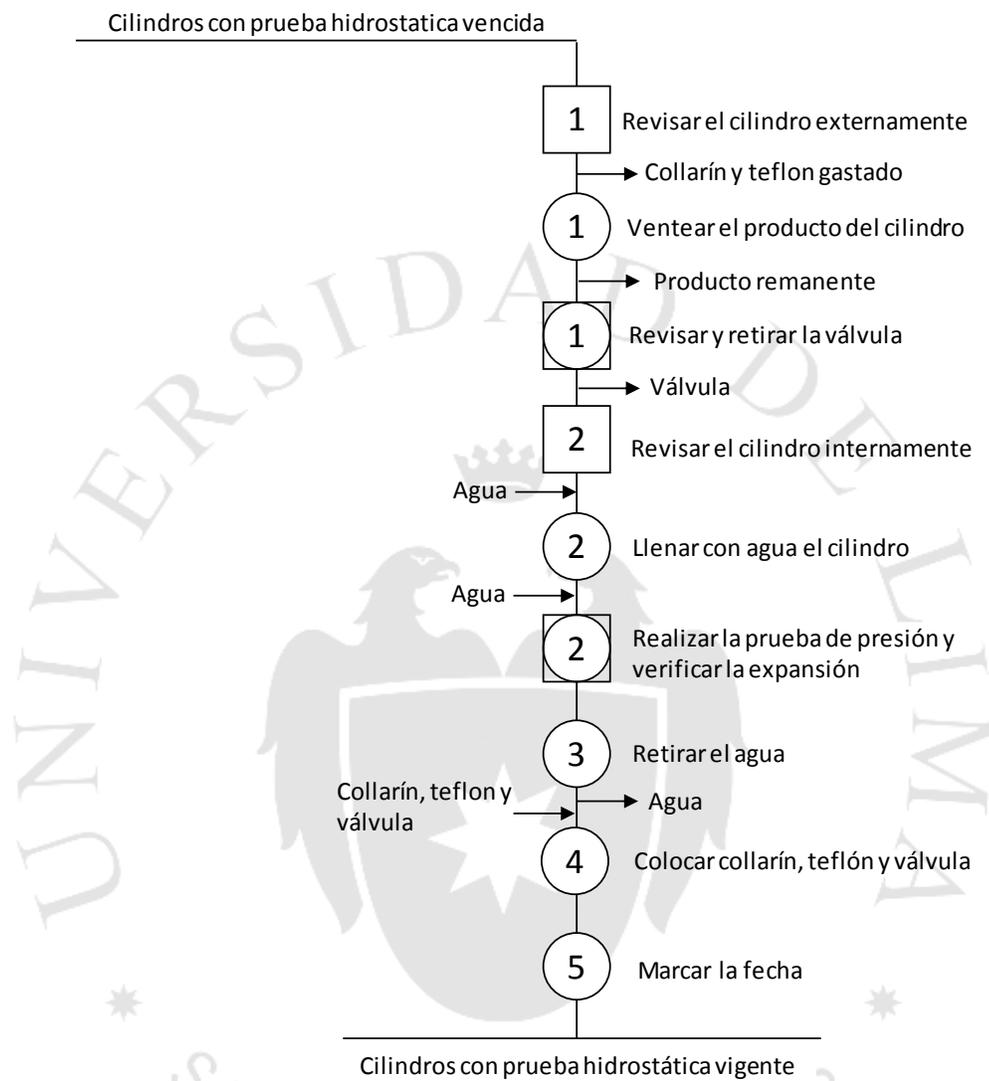
Una vez que el cilindro pasa por todas las inspecciones visuales, pasa a la prueba hidrostática. El proceso comienza con el llenado del cilindro con agua hasta el tope (sin presionarlo) luego, con la ayuda de un tecele, es llevado a la camiseta la cual se llena con agua, se tapa a presión y por una abertura en la parte superior se termina se llenar hasta el tope. Una vez que está todo listo, se comienza a llenar el cilindro con agua a alta presión, se mide su expansión según la cantidad de agua que sale de la camiseta. La expansión

volumétrica permanente debe ser menor al 10% de la expansión volumétrica total. Cada cilindro recibe una presión diferente según su origen, si es americano la presión permanente debe ser igual a los $5/3$ de la presión total y si es europeo la presión permanente debe ser igual a 1.5 de la presión total.

Si el cilindro no pasa la prueba, con la ayuda de un cincel es marcado con una “X”, de lo contrario, es llevado al área de secado y limpieza, se coloca la válvula y un collarín que indica el año en que paso PH. Para finalizar, con la ayuda de un cincel, se marca el mes, el año y el logo de Messer en el lomo del cilindro y ya está listo para pasar a envasado.



Tabla 3.3.
Diagrama de Operaciones de Prueba hidrostática



RESÚMEN	
○	5
□	2
◻	2
TOTAL	9

Fuente: Messer Gases del Perú, (2016)

3.1.1.2. Envasado producto gaseoso

El envasado de los gases sigue procesos parecidos, se diferencia en el producto que entra y si el envase va a pasar tratamiento. Se tomará como ejemplo el envasado de oxígeno industrial.

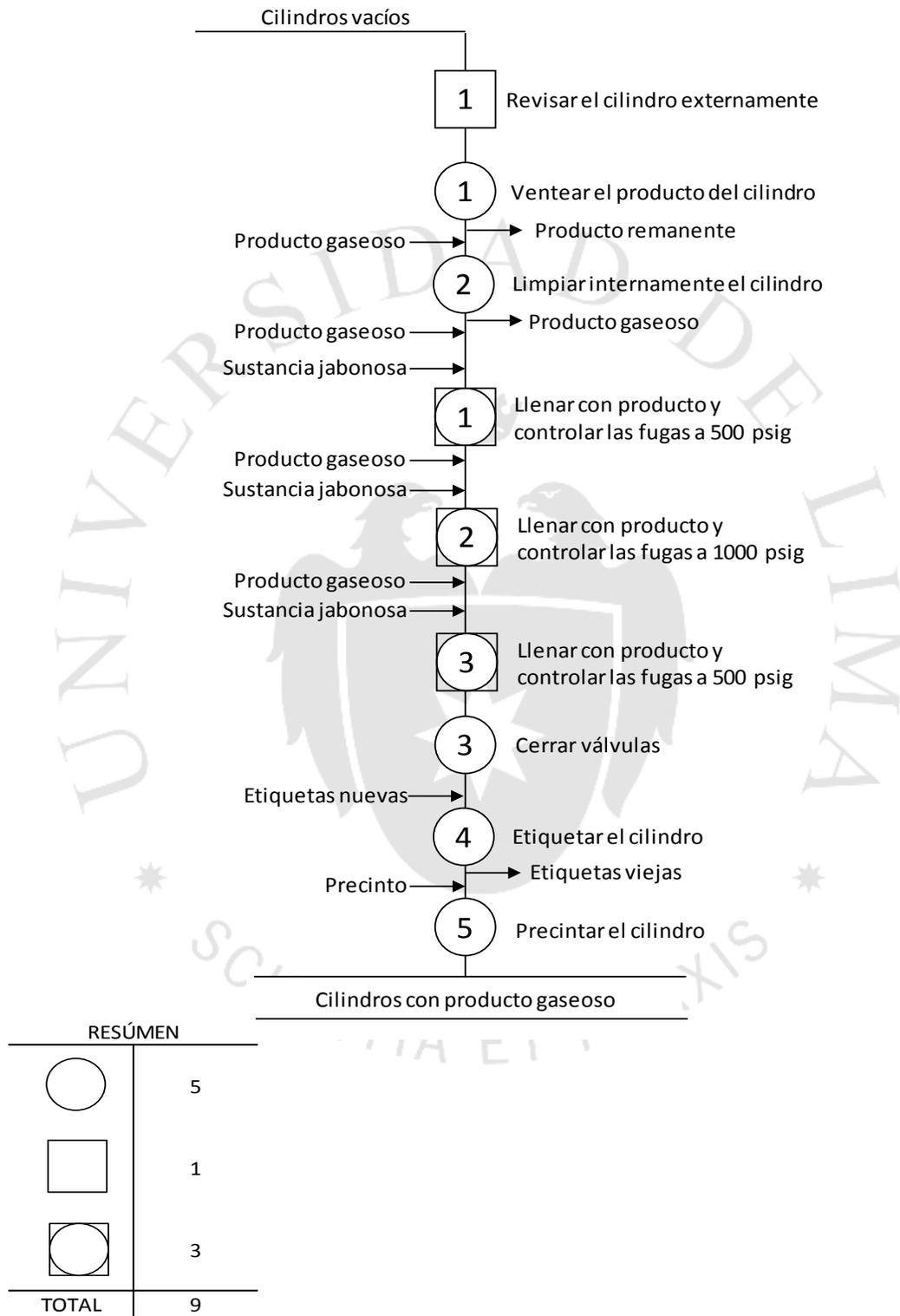
El manifold de oxígeno industrial cuenta con 80 perchas, el proceso comienza cuando el operario separa todos los cilindros de oxígeno, los revisa externamente, quita las etiquetas pasadas y si está en buenas condiciones es llevado al llenado. Se ordenan los 80 cilindros, se aseguran con los estrobos, los Pigtales y la cadena, se abren todas las válvulas para que se nivelen las presiones residuales, se abre la válvula de vacío para limpiar todos los cilindros, una vez que están listos, se abre la bomba LOX desde el panel de mando para que se comiencen a llenar los cilindros.

Mientras se llenan los cilindros el operario imprime las etiquetas nuevas, registra su producción en SAP y hace la prueba de fuga que consiste en colocar agua jabonosa en las válvulas, si sale burbuja es porque hay fuga, en el caso de que haya una fuga, ese cilindro es separado y llevado a la zona de productos no conformes. Esta prueba de fuga se hace tres veces, a 500 psig, a 2000 psig y a 3000 psig.

Un cilindro es llevado a control de calidad donde se medirá los PPMs (partículas por minuto) y la humedad, una vez que pasa la prueba el envase es precintado y llevado al almacén de productos terminados.

Tabla 3.4.

DOP Envasado de producto gaseoso



Fuente: Messer Gases del Perú, (2016)

3.1.1.3. Envasado producto líquido

Los productos líquidos que se envasan en cilindros son el dióxido de carbono y el óxido nítrico. El proceso comienza verificando si el cilindro se encuentra vacío, debido a que son productos líquidos, en caso de que aun estén llenos, se llevan al volteador de cilindros para vaciarlos completamente. Una vez que se ha corroborado que el cilindro está vacío, se quitan las etiquetas pasadas y se colocan en las balanzas.

Estos productos se llenan tanto en fase gaseosa como en fase líquida, primero se coloca un cilindro en una de las balanzas, supongamos que comienza por la balanza derecha, se abre la válvula de salida gaseosa hasta que se llene el cilindro un kilo más, este procedimiento se hace para que el asiento de la válvula no se deteriore, luego se cierra la válvula de salida gaseosa y se abre la salida líquida hasta que se complete el peso necesario.

Una vez que un cilindro se encuentra lleno, se hace lo mismo con el cilindro del lado izquierdo, mientras este se va llenando, el operario va colocando otro cilindro en la balanza del lado derecho.

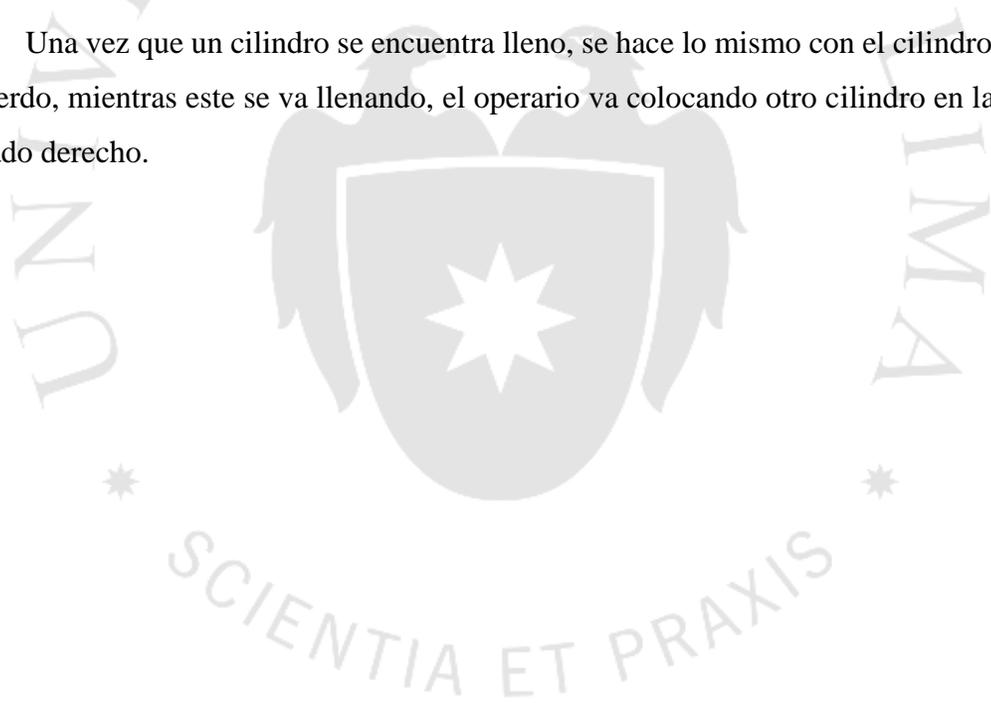
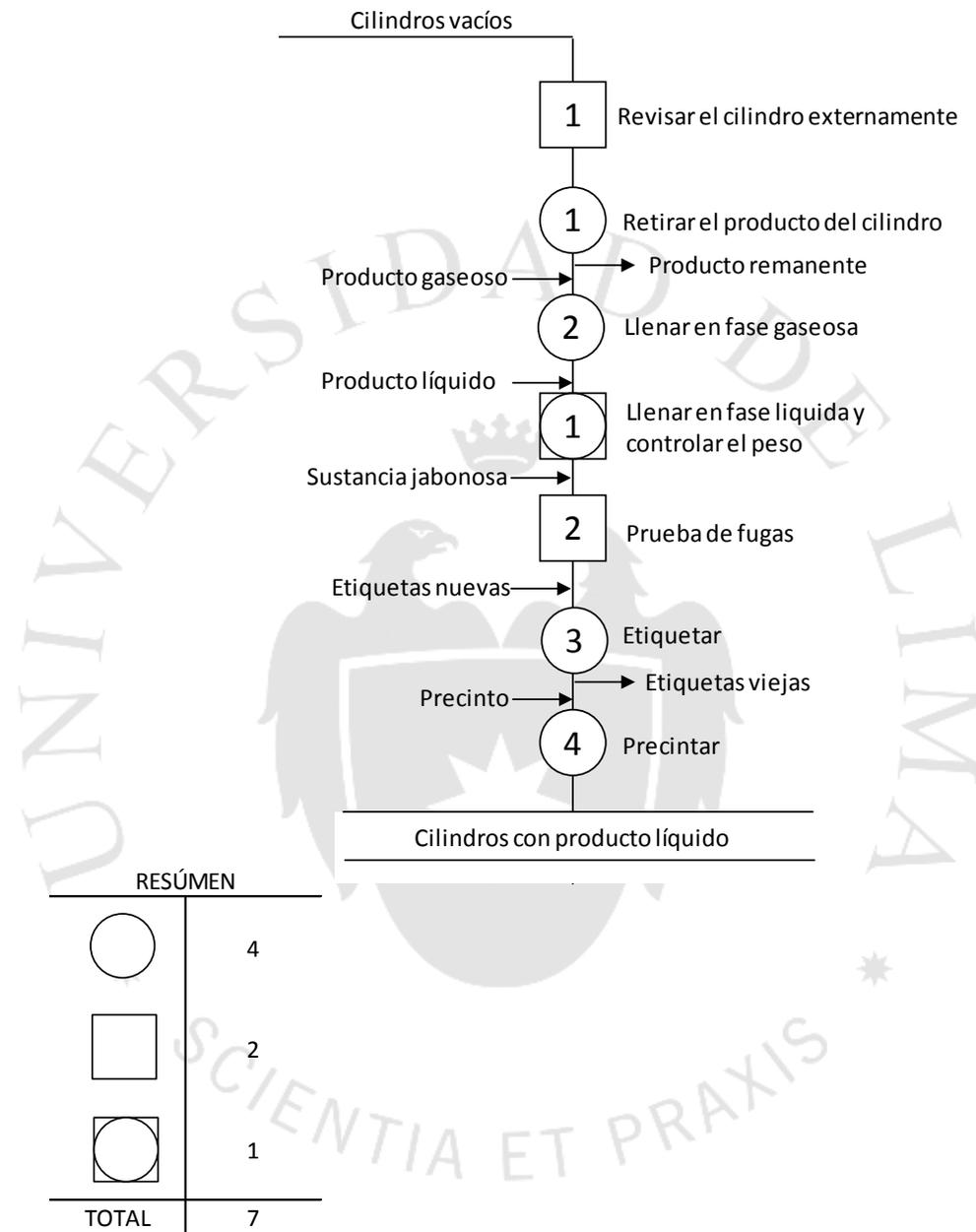


Tabla 3.5.

DOP Envasado de CO2



Fuente: Messer Gases del Perú, (2016)

3.1.1.4. Envasado de termas

Los productos líquidos que se envasan en termas son el oxígeno, nitrógeno, argón y CO₂. Estos productos deben envasarse al momento que llega el pedido ya que, si se deja la terma llena por más de un día, el producto comienza a gasificarse por la temperatura ambiental.

El proceso comienza colocando una terma en la balanza correspondiente, se conecta la manguera del tanque a la conexión de la válvula de entrada líquida de la terma y se abre la válvula, se deja llenando hasta que llegue al peso necesario sin descuidar que la presión del tanque y la presión de la terma debe ser iguales.

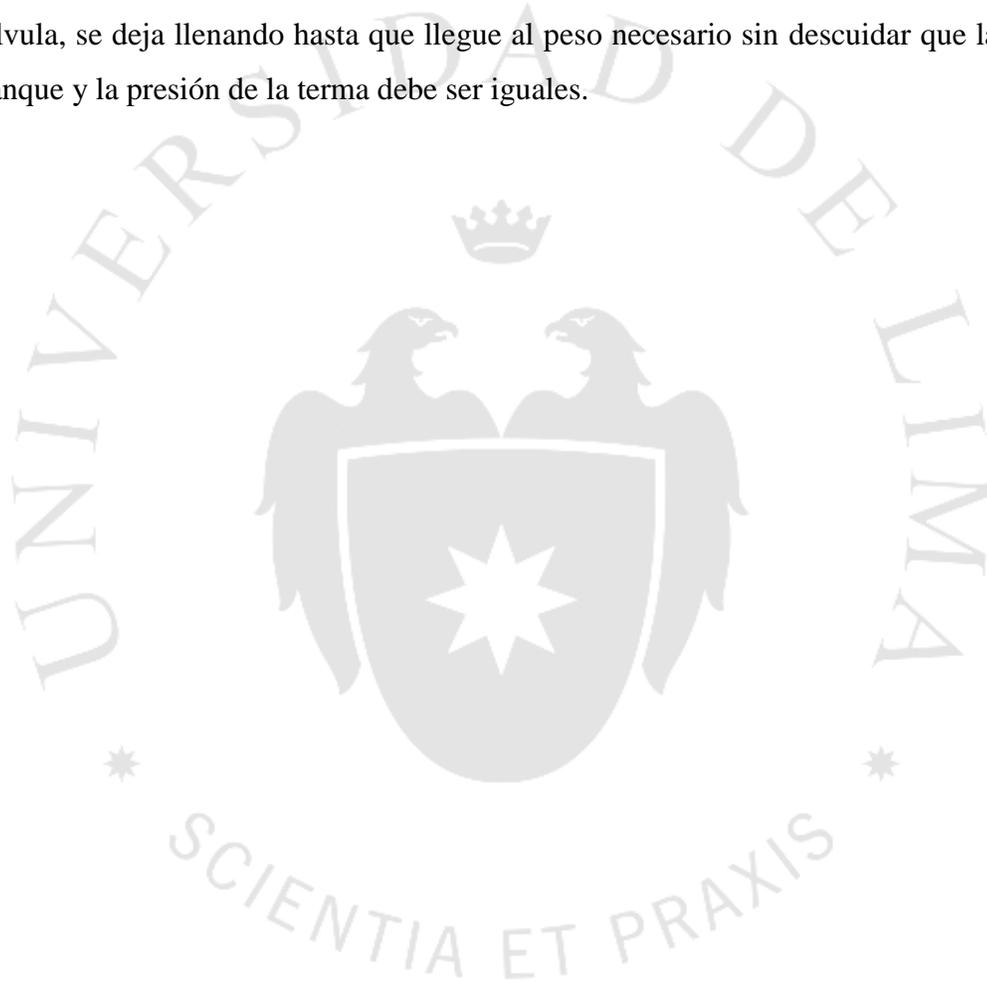
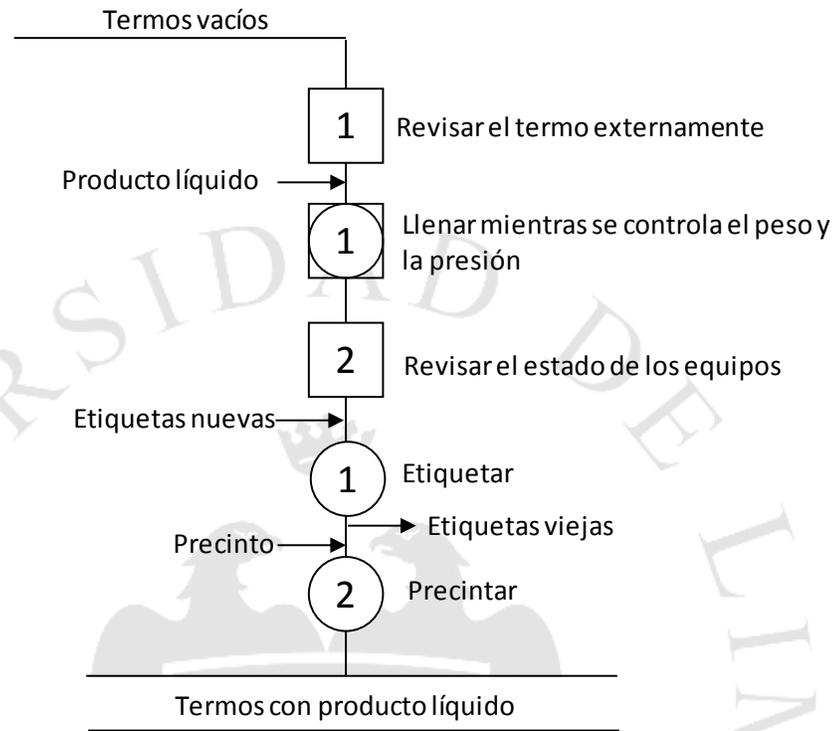


Tabla 3.6.

DOP Envasado de termos



RESÚMEN	
○	2
□	2
◻	1
TOTAL	5

Fuente: Messer Gases del Perú, (2016)

3.1.2. Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso

3.1.2.1.Indicadores

Para el análisis de esta mejora se tomará en cuenta los siguientes indicadores con los resultados obtenidos en el año 2016 y los esperados.

Como el objetivo de esta mejora es obtener un mayor espacio para incrementar el área de almacenamiento, se comenzará detallando los indicadores que nos ayuden a analizar este fin, luego, se detallaran algunos indicadores de seguridad ya que con un mejor orden se reducen los accidentes. Los indicadores son en función a la disposición de planta en el área de producción.



Tabla 3.7.

Indicadores

INDICADOR	FÓRMULA
Cilindros almacenados	<i>m2 de almacenamiento/15</i>
Área total de operaciones	<i>m2 de operaciones</i>
Área de almacenamiento	<i>Peso x distancia</i>

Elaboración propia

3.1.2.2.Capacidad de planta

Los indicadores de gestión de Messer Gases del año 2016 fueron proporcionados por la gerencia de la empresa. Se sabe que la planta trabaja en tres turnos de 8 horas con un tiempo de 60 minutos de refrigerio donde el envasado no para entre turno porque se relevan, los 6 días de la semana, teniendo en cuenta que algunos domingos se trabaja, pero no se envasan todos los productos. En la tabla 3.5 se puede ver la capacidad de planta de los principales productos y del servicio de PH.

Tabla 3.8.

Capacidad de planta

PRODUCTO	m3 / MINUTO	MINUTOS DIARIOS	PRODUCCION ESPERADA DIARIA M3	PRODUCCIÓN REAL DIARIA	%EFICIENCIA	% EFICIENCIA ESPERADA	CAPACIDAD DE PLANTA ESPERADA DIARIA	
							CANTIDAD	UND
OXÍGENO	2.67	1320	3520	2130.54	60.53%	90.00%	3168.00	m3
NITROGENO	2.67	1320	3520	1945.26	55.26%	90.00%	3168.00	m3
ARGON	3.13	1320	4136	1154.6	27.92%	90.00%	3722.40	m3
FERROLINE	3.13	1320	4136	3555.047	85.95%	90.00%	3722.40	m3
CO2	6.00	1320	7920	4672.68	59.00%	90.00%	7128.00	kg
AIRE	1.67	1320	2200	1870.4	85.02%	90.00%	1980.00	m3
OXÍGENO MED	1.67	1320	2200	1978.38	89.93%	90.00%	1980.00	m3
OXIDO NITROSO	6.00	1320	7920	200	2.53%	90.00%	7128.00	kg
ÉTILMIX	1.73	420	728	520	71.43%	90.00%	655.20	m3
LIN	2.50	1320	3300	1901.93	57.63%	90.00%	2970.00	m3
LCO2	7.50	1320	9900	509.33	5.14%	90.00%	8910.00	m3
LAR	15.00	1320	19800	563.55	2.85%	90.00%	17820.00	m3
LOX	2.50	1320	3300	1204.08	36.49%	90.00%	2970.00	m3
PH	0.10	420	40	20	50.00%	90.00%	36.00	UND

Elaboración propia

3.1.2.3. Selección del nuevo tamaño de planta según el estudio realizado.

Como se puede analizar en la tabla 3.6, Messer posee la capacidad para atender la demanda de productos gaseosos como líquidos sin necesidad de invertir en nueva maquinaria.

Tabla 3.9.

Ventas versus Capacidad

PRODUCTO	VENTAS	CAPACIDAD DIARIA m ³	DÍAS LABORALES	CAPACIDAD ANUAL m ³	DIREFENCIA m ³
OXIGENO	1,074,136.89	3,168.00	365.00	1,156,320.00	82,183.11
NITROGENO	658,883.20	3,168.00	365.00	1,156,320.00	497,436.80
ARGON	367,401.20	3,722.40	365.00	1,358,676.00	991,274.80
FERROLINE	474,775.40	722.40	365.00	1,358,676.00	883,900.60
CO2	299,429.52	7,128.00	365.00	1,039,262.40	739,832.88
AIRE	72,178.08	1,980.00	365.00	722,700.00	650,521.92
OXIGENO MED	157,302.32	1,980.00	365.00	722,700.00	565,397.68
OXIDO NITROSO	11,687.63	7,128.00	365.00	1,039,262.40	1,027,574.77
ETILMIX	78,364.60	655.20	365.00	239,148.00	160,783.40
LIN	418,644.20	2,970.00	365.00	1,084,050.00	665,405.80
LCO2	50,306.48	8,910.00	365.00	3,252,150.00	3,201,843.52
LAR	74,848.60	17,820.00	365.00	6,504,300.00	6,429,451.40
LOX	471,533.40	2,970.00	365.00	1,084,050.00	612,516.60
PH	8,194.58	36.00	365.00	13,140.00	4,945.42

Fuente: Messer Gases del Perú. (2016)

Elaboración propia

3.2. Determinación de las causas raíz de los problemas hallados

3.2.1. Análisis de los factores que influyen favoreciendo o limitado los resultados actuales

En base a la descripción de los procesos principales se buscarán los posibles problemas mediante el uso del método lluvia de ideas, los cuales se detallan a continuación:

3.2.1.1. Proceso de prueba hidrostática:

- Demora en el tiempo de entrega acordado.
- Confusión en los circuitos de traslado de cilindros.

- Manejo innecesario de materiales y repuestos.
- Retraso en el envasado.
- Demora en el proceso por herramientas deterioradas e incluso falta de estas.
- Inadecuada aplicación del método FIFO (primero en entrar, primero en salir).
- Trabajo bajo presión para cumplir con los tiempos de entrega.
- Falta de capacitación e inducción al nuevo personal sobre este proceso.
- Reclamo de clientes.

3.2.1.2. Proceso de envasado de producto gaseoso y líquido:

- Plataforma con capacidad limitada para los envases demandados.
- Problemas de disposición de áreas definidas en plataforma.
- Confusión en los circuitos de traslado de envases.
- Exceso de envases fuera de circulación que ocupan espacio útil.
- Falta de señalización en el piso para diferenciar el área de cilindros y el área de traslado.
- Demora en el tiempo de entrega.
- Personal desmotivado por la falta de capacitación.
- Incumplimiento de un programa de producción debido a falta de disponibilidad de envases.
- Reclamo de clientes.

En base a los problemas mencionados se realizará y analizará una matriz de preselección de oportunidades de mejora, corroborando si el problema es realmente una oportunidad de mejora. Se podrá ver en la tabla 3.10

Tabla 3.10.

Matriz de selección de problemas

PROCESO	PROBLEMAS	Puede ser cuantificado	Acceso a la información	Solución compleja	Beneficio / Costo aceptable	PUNTAJE
		Peso 1	Peso 3	Peso 3	Peso 4	
Prueba hidrostática	Demora en el tiempo de entrega acordado	√	√	X	X	4
	Problemas en la disposición de planta.	X	√	√	√	10
	Confusión en los circuitos de transporte.	X	√	√	√	10
	Manejo innecesario de material.	√	√	√	X	7
	Retraso en la producción.	√	√	√	X	7
	Falta de herramientas necesarias para el proceso y/o uso de herramientas deterioradas.	√	√	X	X	4
	Fatiga física por realizar el trabajo de pie.	√	√	X	X	4
	Mal manejo del método FIFO (primero en entrar, primero en salir).	√	√	√	X	7
	Trabajo bajo presión para cumplir con los tiempos de entrega.	X	√	X	√	7
	Reclamo de clientes	√	√	√	√	11
	Falta de capacitación a nuevo personal sobre este proceso.	√	√	X	√	8
Envasado producto	Plataforma sobrepoblada de envases.	√	√	√	√	11
	Problemas de disposición de planta.	X	√	√	√	10
	Confusión en los circuitos de transporte.	X	√	√	√	10
	Exceso de envases fuera de circulación que ocupan espacio útil.	X	√	X	√	7
	Falta de señalización en el piso para diferenciar el área de cilindros y el área de transporte.	X	√	X	√	7
	Demora en el tiempo de entrega acordado.	X	√	√	√	10
	Personal desmotivado.	X	√	X	√	7
	Reclamo de clientes	√	√	√	√	11
	Falta de programa de producción	X	√	X	√	7

Elaboración propia

3.2.2. Identificación de las causas raíces de los problemas seleccionados.

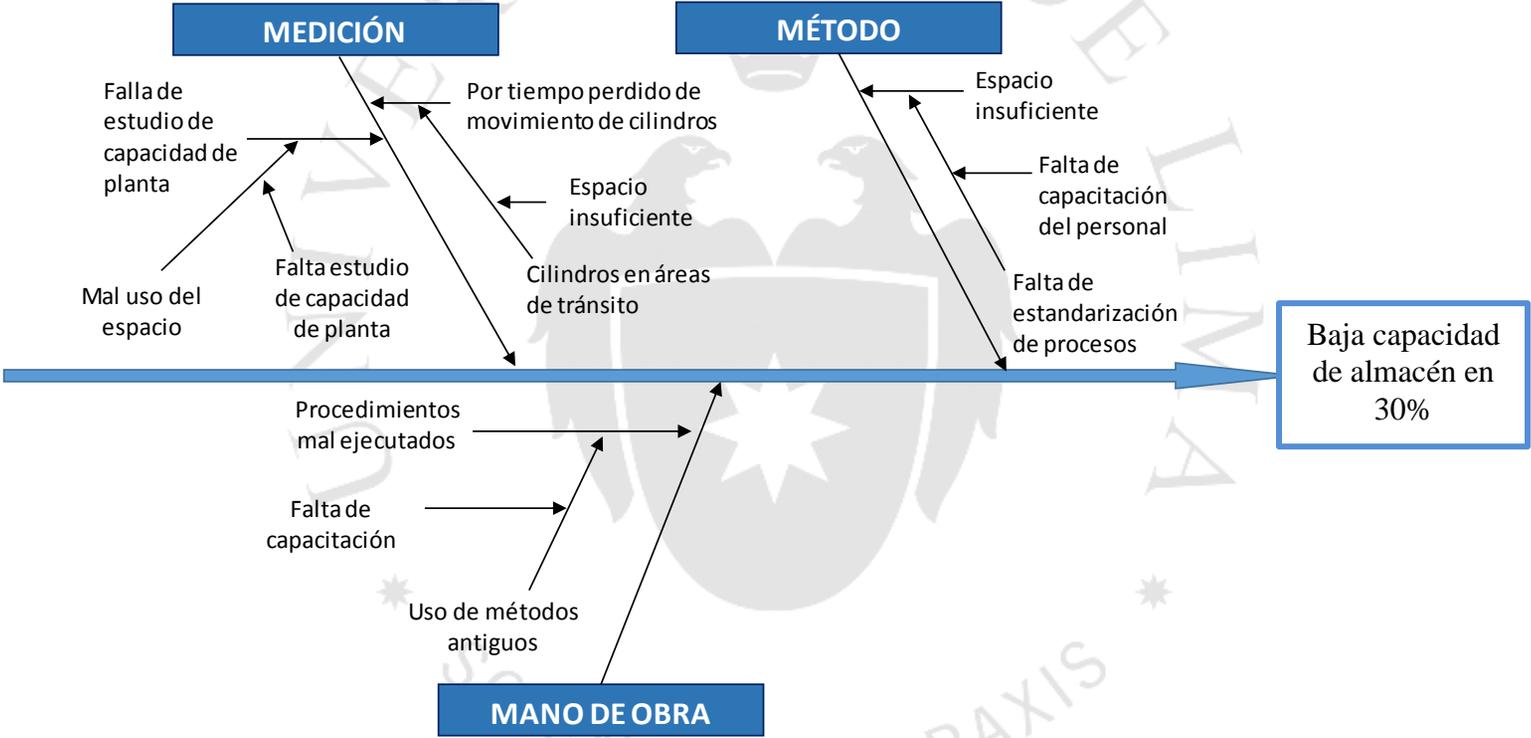
El análisis de la tabla 3.3. dio como resultado que el problema principal es la disposición de planta lo que conlleva a que la plataforma esté sobrepoblada de envases que ya se encuentran fuera de circulación, al haber más envases fuera de sitio, no se puede distinguir cuales están para reparar, envasar o desechar. Por lo que una solución a dicho problema sería mejorar la disposición de planta.

Para determinar qué es lo que genera estos problemas se utilizará el método de Ishikawa.



Figura 3.1.

Ishikawa para mejora del área



Elaboración propia

Luego de identificar las causas principales, se realizará un diagrama de Pareto (Tabla 3.13 y figura 3.6) para evaluar los problemas que generan mayor cantidad de fallas utilizando una escala de impacto (Tabla 3.11.). El porcentaje de importancia y el impacto se obtuvo de encuestas realizadas a los diez trabajadores del área de operaciones.

Tabla 3.11.

Escala de Impacto

MUY ALTO	8
ALTO	6
MEDIO	4
BAJO	2

Elaboración propia

Tabla 3.12.

Causas raíces

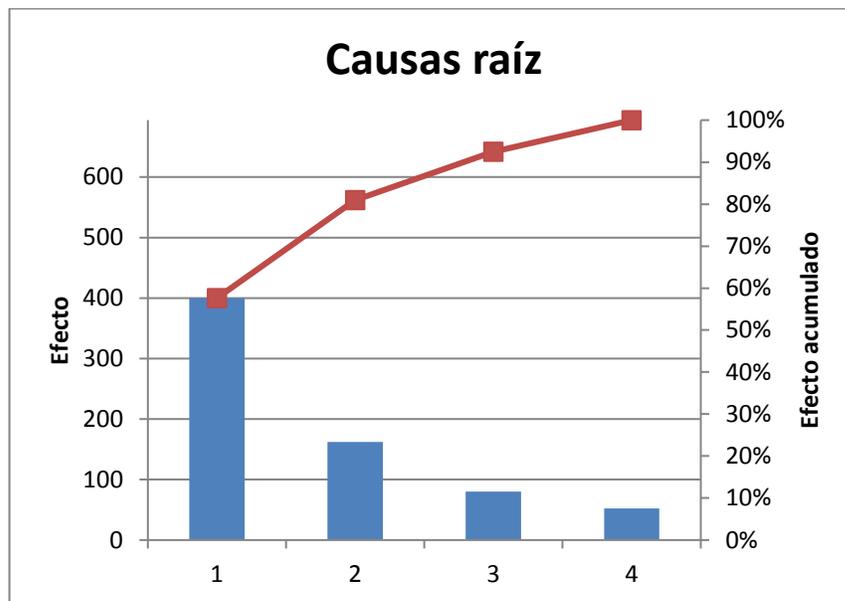
CAUSA	% IMPACTO	IMPACTO	EFECTO	% EFECTO	% EFECTO ACUMULADO
1 Espacio insuficiente	50%	8	400	58%	58%
2 Mala disposición del área	27%	6	162	23%	81%
3 Falta de capacitación	10%	8	80	12%	93%
4 Falla estudio de capacidad de planta	13%	4	52	7%	100%
	100%		694	100%	

Nota: Datos revidos del Gerente de Operaciones Sur en el 2017

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Figura 3.2.

Pareto



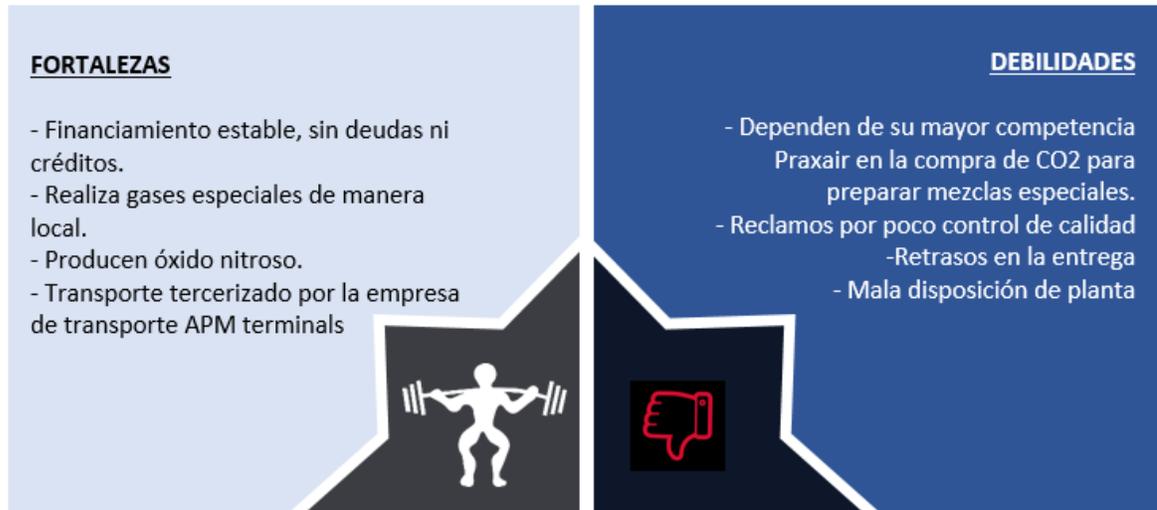
Elaboración propia

Este análisis nos muestra que los principales problemas que presenta la empresa son: el espacio insuficiente para almacenar los cilindros y la mala disposición de planta.

3.2.3. Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa

Figura 3.3.

Fortalezas y debilidades.



Elaboración propia



CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1. Planeamiento de alternativas de solución a la problemática encontrada

Para el planeamiento de alternativas de solución se optó por utilizar el FODA (Tabla 4.1), de esta manera, se podrá estudiar la situación actual de la empresa analizando sus características internas externas.

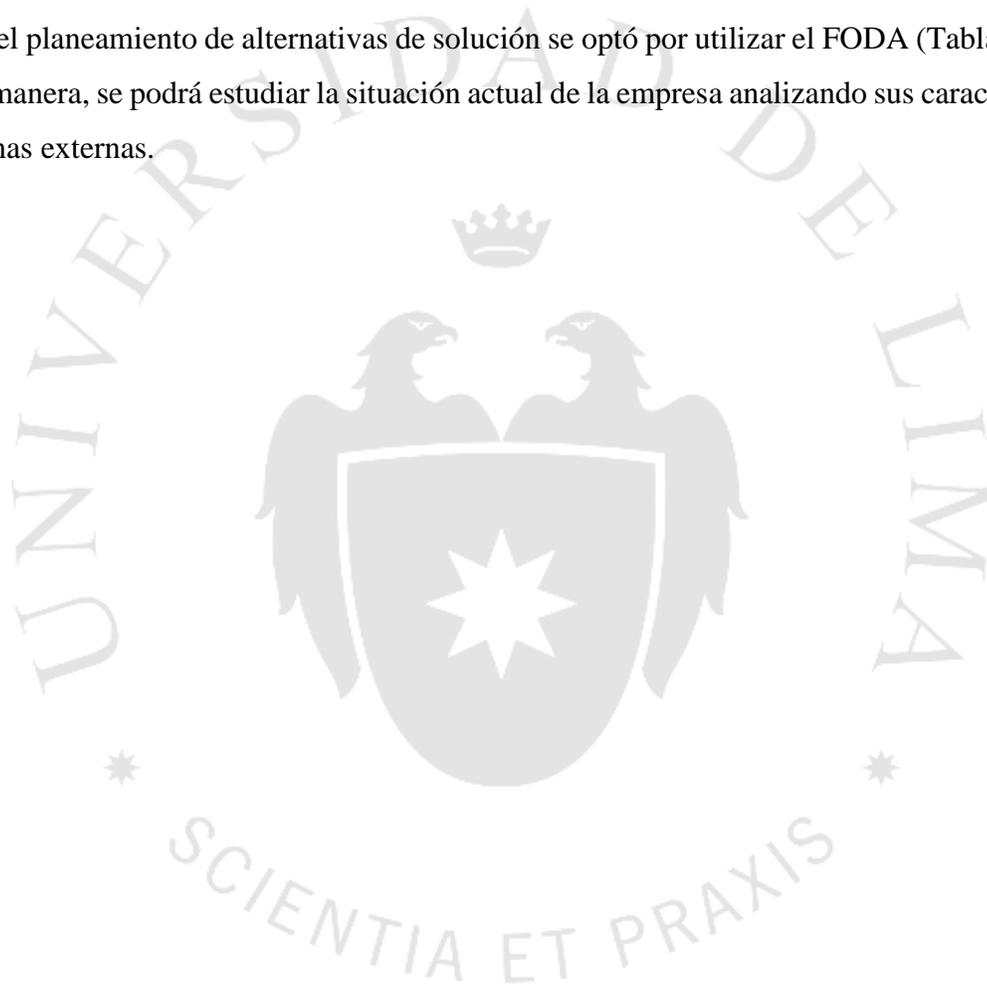


Tabla 4.1.

FODA

<p>OPORTUNIDADES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de nuevos mercados como las industrias alimentarias que usan el nitrógeno para conservar alimentos. 2. Desarrollo de mercados existentes como el minero y el medicinal. 3. Nueva planta de recuperación de CO₂. 4. Proyecto de nueva planta de destilación de aire en Lima. 	<p>AMENAZAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mercado cambiante. 2. Pocos productores muchos distribuidores. 3. Recesión interna. 4. Conflictos sociales. 5. Desastres naturales. 6. Falta de inversión de la casa matriz.
<p>FORTALEZAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Financiamiento estable, sin deudas ni créditos. 2. Realiza gases especiales de manera local. 3. Produce óxido nitroso. 4. Transporte tercerizado por APM. 	<p>DEBILIDADES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Depende de su mayor competencia Praxair en la compra de CO₂ para preparar mezclas especiales. 2. Reclamos por poco control de calidad. 3. Retrasos en la entrega. 4. Mala disposición de planta.

Elaboración propia

4.2. Selección de alternativa de solución

4.2.1. Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas

Según los problemas encontrados en el capítulo anterior con la ayuda de Pareto, se llegó a la conclusión que el problema que más influencia tiene sobre la empresa es la mala disposición de planta. Con la ayuda de la tabla relacional, el diagrama relacional de recorrido, el diagrama relacional de espacios, la disposición ideal y la disposición práctica se encontrarán la mejor alternativa de distribución de planta. Así mismo, luego de haber hecho el análisis de número de máquinas y número de operarios, se utilizará el método Guerchet para calcular el espacio físico que se requerirá para el área de producción tomando en cuenta los elementos estáticos y los móviles.

4.2.2. Evaluación cualitativa y cuantitativa de alternativas de solución

4.2.2.1. Problema: Mala distribución y desorden en el área de producción

Alternativa 1: Rediseñar el área de producción

Actualmente se cuenta con: una plataforma para los envases llenos, vacíos y los que se están envasando; un área de prueba hidrostática donde también se encuentran las termas que necesitan reparar y un área de producción medicinal. El mayor problema que presenta Messer es que creció de manera rápida, lo que no les permitió distribuir eficientemente las áreas.

- Ventajas:
 - Áreas más organizadas.
 - Incremento de la eficiencia del envasado.
 - Mejor control de los materiales.
 - Reducción de accidentes.
 - Flujo de producción más ordenado.
 - Reducción de confusiones de los cilindros.

- Desventajas:
 - Requerimiento de tiempo y personas con conocimiento en reingeniería.
 - Paralización de planta por el periodo de implementación.
 - Reacciones reacias al cambio

Alternativa 2: Comprar un nuevo local, separando el área administrativa del área operativa.

En la actualidad en el local de Messer se encuentran todas las áreas, lo cual facilita la solución de problemas. El área administrativa se ha remodelado hace 3 años, es por esta razón que es difícil plantear una nueva redistribución a esas oficinas.

- Ventajas:
 - Más espacio para los envases.
 - Mejor distribución de las áreas.
 - Mayor orden y reducción de peligros.
 - Planta de envasado y producción, la planta de Chimbote se movería a Lima

- Desventajas:
 - Mayor inversión.
 - Conflicto en la solución de problemas.
 - Desempleo de los trabajadores de provincia.
 - Necesidad de préstamos y financiamiento.
 - Excesivo tiempo de parada de planta.

Alternativa 3: Comprar un nuevo local para todas las áreas.

Debido a que es más simple tener todas las áreas conectadas para tener una mejor solución de problemas, lo mejor sería que se muden todos a una sola zona industrial.

- Ventajas:
 - Mejor redistribución de las áreas.
 - Nueva imagen de la empresa.
 - Mejor estudio de mercado y demanda.
 - Mejor acondicionamiento de las máquinas.
- Desventajas
 - Costo de implementación muy elevado.
 - Zonas industriales muy alejadas de la ciudad
 - Reducción de utilidades.
 - Excesivo tiempo de parada de planta.

Selección de la solución más adecuada:

Con la ayuda del proceso de análisis jerárquico se llegará a la mejor solución, los criterios para la evaluación son:

- Capacidad de implementación
- Costo del proyecto
- Efecto en la organización
- Tiempo de implementación

Para establecer la prioridad de los factores se utilizará la siguiente escala:

Tabla 4.2.

Escala de preferencias

PREFERENCIA	CALIFICACION
EXTREMADAMENTE PREFERIBLE	9
MUY FUERTEMENTE PREFERIBLE	7
FUERTEMENTE PREFERIBLE	5
MODERABLEMENTE PREFERIBLE	3
IGUALMENTE PREFERIBLE	1

Elaboración propia

Primero se enfrentan los cuatro criterios para obtener su ponderado:

Tabla 4.3.

Matriz de enfrentamiento

	Capacidad de Implementación	Costo del proyecto	Efecto en la organización	Tiempo de Implementación	Matriz Normalizada				Vector Promedio
Capacidad de Implementación	1	1/3	5	3	15/68	35/176	25/56	3/16	0.26
Costo del proyecto	3	1	5	7	45/68	105/176	25/56	7/16	0.54
Efecto en la organización	1/5	1/5	1	5	3/68	21/176	5/56	5/16	0.14
Tiempo de Implementación	1/3	1/7	1/5	1	5/68	15/176	1/56	1/16	0.06
Suma	4 8/15	1 71/105	11 1/5	16	1	1	1	1	

Elaboración propia

Seguidamente se enfrentan las alternativas de solución en base a cada criterio:

Tabla 4.4.

Matriz según Capacidad de implementación

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz Normalizada			Vector Promedio
Alternativa 1	1	1/5	1/7	1/13	1/21	3/31	0.07
Alternativa 2	5	1	1/3	5/13	5/21	7/31	0.28
Alternativa 3	7	3	1	7/13	5/7	21/31	0.64
Suma	13	4 1/5	1 10/21				

Elaboración propia

Tabla 4.5.

Matriz según Costo del proyecto

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz Normalizada			Vector Promedio
Alternativa 1	1	7	9	63/79	35/41	3/5	0.75
Alternativa 2	1/7	1	5	9/79	5/41	1/3	0.19
Alternativa 3	1/9	1/5	1	7/79	1/41	1/15	0.06
Suma	1 16/63	8 1/5	15				

Elaboración propia

Tabla 4.6.

Matriz según Efecto en la organización

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz Normalizada			Vector Promedio
Alternativa 1	1	1/3	1/5	1/9	1/13	3/23	0.11
Alternativa 2	3	1	1/3	1/3	3/13	5/23	0.26
Alternativa 3	5	3	1	5/9	9/13	15/23	0.63
Suma	9	4 1/3	1 8/15				

Elaboración propia

Tabla 4.7.

Matriz según Tiempo de implementación

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Matriz Normalizada			Vector Promedio
Alternativa 1	1	7	9	63/79	21/25	9/13	0.78
Alternativa 2	1/7	1	3	9/79	3/25	3/13	0.15
Alternativa 3	1/9	1/3	1	7/79	1/25	1/13	0.07
Suma	1 16/63	8 1/3	13				

Elaboración propia

Para finalizar, siguiendo el proceso de análisis jerárquico, se enfrentan los criterios y las soluciones:

Tabla 4.8.

Evaluación mediante el método de análisis jerárquico

	Capacidad de Implementación	Costo del proyecto	Efecto en la organización	Tiempo de Implementación	Resultado
Alternativa 1	0.074	0.750	0.106	0.777	48.27%
Alternativa 2	0.283	0.190	0.260	0.155	22.22%
Alternativa 3	0.643	0.060	0.633	0.069	29.51%
Ponderado	0.26	0.54	0.14	0.06	

Elaboración propia

Según el análisis jerárquico, se puede concluir que la solución más viable para la empresa es la alternativa 1, la redistribución del área de producción ya que esta no genera gastos ni paradas de planta excesivas, además que se aprovecha la remodelación hecha hace 3 años.

4.2.3. Priorización y programación de soluciones seleccionadas

Con la mejor alternativa de solución se realizará el análisis de la redistribución en Messer, para esto, se hará uso de las herramientas de ingeniería priorizando los productos que afectan directamente el punto de equilibrio.

En base a eso se propondrán dos alternativas, las cuales se analizarán económicamente llegando así a la distribución óptima. Con la distribución óptima se pasará a realizar el análisis económico y el planeamiento de las actividades a realizarse.

Se comenzará analizando la distribución individual, es decir, se analizará el lugar adecuado de cada equipo y almacén en las zonas de envasado industrial, envasado medicinal, prueba hidrostática y envasado de PH; luego se buscará el lugar adecuado de cada zona en el área de producción. Una vez obtenida la mejor distribución se analizarán los espacios de cochera y almacén de manera general de manera que no afecten el flujo de envasado, obteniéndose así tres alternativas las cuales serán evaluadas para llegar a la mejor opción de disposición de planta.

CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

5.1. Ingeniería de la solución

5.1.1. Factor Maquinaria

Para este estudio se están analizando cuatro procesos que forman parte del área de producción: el proceso de envasado de gases en cilindros, el proceso de envasado de líquidos en cilindros, el proceso de envasado de líquidos en termas y el proceso de prueba hidrostática.

Se detallará a continuación las maquinas a utilizarse para llevar a cabo estos procesos, las imágenes de los equipos se pueden ver en el anexo 3.

Envasado de productos en fase gaseosa en cilindros:

Para el envasado de los productos gaseosos se utilizan los siguientes equipos:

Manifold: Aquí es donde se forma el cuello de botella ya que funciona como percha y distribuidor de producto gaseoso o liquido según sea el caso. En la parte superior posee unas tuberías, las cuales, llevan a cada percha el producto, el cual sale por el Pigdale directo al cilindro. En la parte inferior tiene una especie de arcos donde se encaja el cilindro para poder conectarlo al Pigdale y asegurarlo con el estrobo. Cada percha posee dos estrobos y dos pigtales.

Panel de mando: Cada manifold posee su control de mando, en el cual se puede manipular la entrada y salida del producto por medio de válvulas, al mismo tiempo que se va controlando la presión de trabajo.

Panel de mando general: Cada producto posee su panel de mando general ya que es el que deriva el producto a cada manifold, por ejemplo, en el caso del nitrógeno, se controla si el flujo va a ir a llenar producto industrial o producto medicinal.

Tanque vertical estacionario: Los tanques verticales almacenan producto que proviene tanto de planta ASU como de los proveedores. El producto se encuentra en estado líquido dentro

de ellos, por esta razón tiene que pasar por unos intercambiadores de calor para que cambie a estado gaseoso y pueda ser envasado en el cilindro.

Intercambiadores de calor: Los intercambiadores de calor hacen que el producto se transforme de fase líquida a fase gaseosa por medio del calor generado por la fricción en sus serpentines.

Bomba: Este equipo ayuda a que el producto pase del tanque vertical a los intercambiadores de calor, para este tipo de productos se usa unas bombas especiales.

Motor: Este equipo es el que hace funcionar a la bomba.

Envasado de productos líquidos:

Balanza: Aquí es donde se forma el cuello de botella, es importante porque el producto líquido se vende por kilo, con la ayuda de este equipo, se controla el correcto llenado de los cilindros.

Panel de mando: Es para controlar la entrada del producto en fase líquida y en fase gaseosa mediante válvulas.

Tanque vertical estacionario: Los tanques verticales almacenan producto que proviene tanto de planta ASU como de los proveedores. El producto se encuentra en estado líquido dentro de ellos, por esta razón tiene que pasar por unos intercambiadores de calor para que cambie a estado gaseoso y pueda ser envasado en el cilindro.

Intercambiadores de calor: Los intercambiadores de calor hacen que el producto se transforme de fase líquida a fase gaseosa por medio del calor generado por la fricción en sus serpentines. También se usan en estos productos ya que se llena una parte en fase gaseosa para que no se deteriore el asiento de la válvula.

Bomba: Este equipo ayuda a que el producto pase del tanque vertical a los intercambiadores de calor, para este tipo de productos se usa unas bombas especiales.

Motor: Este equipo es el que hace funcionar a la bomba.

Envasado de termas:

Balanza: Aquí es donde se forma el cuello de botella, es importante porque el llenado de las termas se controla por kilo por ser un producto líquido, con la ayuda de este equipo, se controla el correcto llenado de los cilindros.

Tanque vertical estacionario: Los tanques verticales almacenan el producto proveniente tanto de planta ASU como del proveedor. El producto se encuentra en estado líquido dentro de ellos, las termas se llenan directo del tanque por diferencia de presión a través de unas mangueras. La presión se va controlando mediante el manómetro del tanque y el de la terma.

Prueba hidrostática:

Chaqueta: Es una estructura hueca donde se realiza la prueba de expansión con agua a presión. En la chaqueta entra un cilindro convirtiéndolo en el cuello de botella.

Envalvuladora: Sirve tanto para quitar como para colocar la válvula a los cilindros antes y después de la prueba respectivamente.

Panel de control: Aquí se controla la presión del agua y se analiza la expansión del cilindro con la ayuda de una probeta que mide el agua que desplaza el cilindro.

Volteador de cilindros: Una vez que el cilindro pasa por la prueba tiene que ser vaciado, este equipo voltea el cilindro 180° vaciando toda el agua.

Caño: Se llenan los cilindros uno por uno sin presión.

Secador de cilindros: Al final de la prueba cuando se vacía el agua, el cilindro tiene que estar completamente seco, este equipo los seca a presión de aire, posee una estructura para secar 6 cilindros a la vez.

Compresor de aire: Máquina que funciona absorbiendo aire para dejarlo salir a alta presión, Se usa para el funcionamiento de la envalvuladora y el sistema de secado.

Con esta información se calcula la cantidad de producto por lote que se produce en base al equipo cuello de botella, como se puede ver en la tabla 5.1, para luego calcular el número de máquinas necesarias en la tabla 5.2. Este análisis se realizará con la proyección de la producción al 2017.

Tabla 5.1.

Producto por lote

PRODUCTO / SERVICIO	EQUIPO CUELLO DE BOTELLA	NUMERO DE ENVASES POR LOTE	UND POR ENVASE		UND POR LOTE	
			CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD
OXIGENO INDUSTRIAL	Manifold	80	10	m3	800	m3
NITROGENO	Manifold	80	10	m3	800	m3
ARGON	Manifold	94	10	m3	940	m3
FERROLINE	Manifold	94	10	m3	940	m3
CO2	Balanza	2	30	kg	60	kg
AIRE MEDICINAL	Manifold	40	10	m3	400	m3
OXIGENO MEDICINAL	Manifold	40	10	m3	400	m3
OXIDO NITROSO	Balanza	2	30	kg	60	kg
ETILMIX	Manifold	52	10	m3	520	m3
LIN	Balanza	1	300.000	m3	300	m3
LCO2	Balanza	1	180.000	m3	180	m3
LAR	Balanza	1	300.000	m3	300	m3
LOX	Balanza	1	300.000	m3	300	m3
PH	Chaqueta	1	30.000	UND	30	UND

Elaboración propia



Tabla 5.2.

Cálculo del número de máquinas

FACTOR MAQUINARIA														
PRODUCTO / SERVICIO	UNIDAD		HM	HM/UNIDAD		DEMANDA ANUAL 2016		TASA DE CRECIMIENTO	DEMANDA ANUAL 2017		HORAS TEORICAS AL AÑO	% EFICIENCIA	HORAS REALES DISPONIBLES	NÚMERO DE MÁQUINAS
	CANTIDAD	UND		CANTIDAD	UND	CANTIDAD	UND		CANTIDAD	UND				
OXIGENO INDUSTRIAL	800.000	m3	5.000	0.006	HM/m3	1,063,832.00	m3	1%	1,074,136.89	m3	8,760.00	80%	7,008.00	1
NITROGENO	800.000	m3	5.000	0.006	HM/m3	587,594.00	m3	11%	658,883.20	m3	8,760.00	80%	7,008.00	1
ARGON	940.000	m3	5.000	0.005	HM/m3	334,222.00	m3	9%	367,401.20	m3	8,760.00	80%	7,008.00	1
FERROLINE	940.000	m3	5.000	0.005	HM/m3	449,641.00	m3	5%	474,775.40	m3	8,760.00	80%	7,008.00	1
CO2	60.000	kg	0.167	0.003	HM/kg	291,661.33	kg	3%	299,429.52	kg	8,760.00	80%	7,008.00	1
AIRE MEDICINAL	400.000	m3	4.000	0.010	HM/m3	66,643.00	m3	8%	72,178.08	m3	8,760.00	80%	7,008.00	1
OXIGENO MEDICINAL	400.000	m3	4.000	0.010	HM/m3	146,286.00	m3	7%	157,302.32	m3	8,760.00	80%	7,008.00	1
OXIDO NITROSO	60.000	kg	0.167	0.003	HM/kg	10,160.61	m3	13%	11,687.63	m3	2,016.00	80%	1,612.80	1
ETILMIX	520.000	m3	4.000	0.008	HM/m3	56,025.00	m3	29%	78,364.60	m3	8,760.00	80%	7,008.00	1
LIN	300.000	m3	2.000	0.007	HM/m3	400,422.00	m3	4%	418,644.20	m3	8,760.00	80%	7,008.00	1
LCO2	180.000	kg	0.667	0.004	HM/kg	45,869.86	kg	9%	50,306.48	kg	8,760.00	80%	7,008.00	1
LAR	300.000	m3	0.333	0.001	HM/m3	65,018.00	m3	13%	74,848.60	m3	8,760.00	80%	7,008.00	1
LOX	300.000	m3	2.000	0.007	HM/m3	470,038.00	m3	0%	471,533.40	m3	8,760.00	80%	7,008.00	1
PH	20.000	UND	7.000	0.350	HM/UND	7,950.00	UND	3%	8,194.58	UND	2,920.00	80%	2,336.00	2

Elaboración propia

$$\text{Número de máquinas} = \frac{\text{Producción} \times \text{tiempo std}}{\text{Horas efectivas} \times \text{eficiencia}}$$

Si comparamos la situación actual y la situación ideal de la empresa en la tabla 5.3, se puede ver que se necesita una instalación de prueba hidrostática más para satisfacer la demanda.

Tabla 5.3.

Comparación situacional

PRODUCTO/SERVICIO	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN IDEAL
OXIGENO INDUSTRIAL	1	1
NITROGENO	1	1
ARGON	1	1
FERROLINE	1	1
CO2	1	1
AIRE MEDICINAL	1	1
OXIGENO MEDICINAL	1	1
OXIDO NITROSO	1	1
ETILMIX	1	1
LIN	1	1
LCO2	1	1
LAR	1	1
LOX	1	1
PH	1	2

Elaboración propia

5.1.2. Factor Hombre

El envasado del producto realizado en Messer es una tarea manual para la cual se necesita fuerza para poderlos de uno en uno o de dos en dos si se trata de cilindros de 10 m³. De igual manera las termas al comienzo son movidas con la ayuda de una carretilla, pero con el paso del tiempo van aprendiendo a moverlas manualmente con la ayuda del mismo peso de la terma.

Iluminación: No existen problemas con este factor ya que el área de seguridad realizó estudios en los diferentes puestos de trabajo en el año 2016, por esta razón, cuentan con seis luminarias de 500 lux cada una, las cuales son adecuadas para el espacio de trabajo. El trabajo en el día no las necesita ya que se realiza en un espacio abierto, a las 5 de la tarde se prenden

las luminarias para tener una mejor visión del envasado en todas las áreas. En el caso del área de prueba hidrostática, aparte de las luminarias, cuentan con una tira de focos con iluminación tipo LED para revisar el interior del cilindro.

Ruido: Este es el aspecto más difícil de controlar, si bien la planta envasadora no genera mucho ruido, la parte del proceso que supera el límite de decibeles es el vaciado de los cilindros cuando dejan salir el remanente a alta presión. Otra de las fuentes sonoras son las válvulas en mal estado, estas revientan dejando salir el producto a alta presión generando un ruido insoportable. Por otro lado, las válvulas de venteo de las termas también producen ruido fuerte cada hora o cada dos horas según sea la presión interna. Para hacer frente a esta situación, los operarios usan orejeras industriales y tapones industriales para bajar los decibeles recibidos.

Contaminación del ambiente de trabajo: Al realizar las tareas de envasado, el operario está expuesto a una serie de gases derivados del aire en pequeñas cantidades lo cual hace que el trabajador no se intoxique; sin embargo, el área de CO₂ puede presentar una amenaza ya que hay casos donde llegan cilindros con fuga de este gas, con más frecuencia en verano.

Ergonomía: Debido a que es un trabajo que exige fuerza, es común que los trabajadores sufran desgarros musculares en la espalda y males en las rodillas. En planta hay un médico ocupacional encargado de buscar la mejor forma de mover los cilindros.

A continuación, analizaremos en la tabla 5.4, el número de trabajadores ideal por equipo para poder satisfacer la demanda proyectada al 2017.

Tabla 5.4.

Cálculo del número de trabajadores

FACTOR HOMBRE							
PRODUCTO / SERVICIO	UNIDAD	HH	HH/UND	UND / SEMANA	H/SEMANA	EFICIENCIA	NUMERO DE OPERARIOS
OXIGENO INDUSTRIAL	80.000	6.000	0.0750	994	126	93%	1
NITROGENO	80.000	6.000	0.0750	245	126	92%	1
ARGON	94.000	6.000	0.0638	354	126	96%	1
FERROLINE	94.000	6.000	0.0638	848	126	92%	1
CO2	2.000	0.333	0.1667	313	126	70%	1
AIRE MEDICINAL	40.000	5.000	0.1250	111	126	95%	1
OXIGENO MEDICINAL	40.000	5.000	0.1250	163	126	95%	1
OXIDO NITROSO	2.000	0.333	0.1667	7	126	60%	1
ETILMIX	52.000	5.000	0.0962	17	126	95%	1
LIN	1.000	2.500	2.5000	26	126	91%	1
LCO2	1.000	1.000	1.0000	3	126	91%	1
LAR	1.000	0.750	0.7500	5	126	91%	1
LOX	1.000	2.500	2.5000	23	126	91%	1
PH	30.000	7.000	0.2333	546	42	80%	4

Elaboración propia

SCIENTIA ET PRAXIS

5.1.3. Factor movimiento

Para el factor movimiento se tomará en cuenta todo medio de acarreo que desplazará los envases dentro de los procesos de producción. Messer cuenta con varios procesos que no son continuos y su distribución no lo favorece, por lo que se analizarán todos los equipos de transporte que se encuentran en dichos procesos para así poder hallar las causas de ineficiencia y eliminarlas.

En base a los Diagramas de Análisis de Procesos, se verificarán cuáles son los equipos necesarios de transporte. (Tabla 5.5, Tabla 5.6, Tabla 5.7 y Tabla 5.8)

Tabla 5.5. Tabla
de análisis del movimiento del proceso de llenado de cilindros con Gases Industriales

N°	Material	Punto de Inicio	Punto de llegada	Medio de Acarreo
1	Cilindro	Recepción	Área de cilindros vacíos	Carretilla / Manual
2	Cilindro	Área de cilindros vacíos	Manifold	Carretilla / Manual
3	Cilindro lleno	Manifold	Área de cilindros llenos	Carretilla / Manual
4	Cilindro listo	Área de cilindros llenos	Camión	Carretilla / Manual

Elaboración propia

Tabla 5.6.

Análisis del movimiento del proceso de llenado de cilindros con Gases Medicinales

N°	Material	Punto de Inicio	Punto de llegada	Medio de Acarreo
1	Cilindro	Móvil del vendedor	Área de recepción de cilindros	Plataforma hidráulica
2	Cilindro	Área de recepción de cilindros	Área de cilindros vacíos	Carretilla / Manual
3	Cilindro	Área de cilindros vacíos	Manifold	Carretilla / Manual
4	Cilindro lleno para prueba	Manifold	Área de análisis	Carretilla / Manual
5	Cilindro en cuarentena	Área de análisis	Área de cuarentena	Carretilla / Manual
6	Cilindro aprobado	Área de análisis	Área de cilindros llenos	Carretilla / Manual
7	Cilindro	Área de cilindros llenos	Móvil de vendedor	Plataforma hidráulica

Elaboración propia

Tabla 5.7.

Análisis del movimiento del proceso de Prueba Hidrostática

N°	Material	Punto de Inicio	Punto de llegada	Medio de Acarreo
1	Cilindro	Área de cilindros para PH	Envalvuladora	Manual
2	Cilindro	Envalvuladora	Caño	Manual
3	Válvula	Envalvuladora	Mesa de PH	Manual
4	Cilindro	Caño	Mordaza	Manual
5	Cilindro	Mordaza	Chaqueta	Tecele
6	Cilindro	Chaqueta	Mordaza	Tecele
7	Cilindro	Mordaza	Volteador de cilindros	Manual
8	Cilindro	Volteador de cilindros	Secador	Manual
9	Cilindro	Secador	Envalvuladora	Manual
10	Válvula	Mesa de PH	Envalvuladora	Manual
11	Cilindro	Envalvuladora	Área de sellado	Manual
12	Cilindro	Área de sellado	Área de cilindros aprobados	Manual

Elaboración propia

Tabla 5.8.

Tabla

de análisis del movimiento del proceso de llenado de termas.

N°	Material	Punto de Inicio	Punto de llegada	Medio de Acarreo
1	Terma	Móvil del vendedor	Área de termas vacías	Tecele
2	Terma	Área de termas vacías	Balanza	Manual
3	Terma	Balanza	Área de termas llenas	Carretilla
4	Cilindro	Área de termas llenas	Móvil del vendedor	Tecele

Elaboración propia

Analizando el caso anterior nos podemos encontrar que en la planta se cuenta con:

- Tecles: En Messer hay dos tipos de tecles instalados para cargar dos tipos de envases. El primer tecele está ubicado en la zona de llenado de termas, este tecele sirve para bajar las termas de la móvil del vendedor hasta la zona de almacenamiento de termas, este medio de acarreo tiene una capacidad de carga de 500 kilogramos (figura 5.1). El segundo se encuentra en la zona de prueba hidrostática, sirve para desplazar a los cilindros desde la mordaza hasta la chaqueta, posee una capacidad de 500 kilogramos (figura 5.2).

Figura 5.1.

Tecle del área de envasado de termas



Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Figura 5.2.

Tecle del área de prueba hidrostática.



Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

- Carretillas: Existen dos tipos de carretillas, una para mover cilindros (figura 5.3), ya sea de dos en dos o uno por uno, y otra carretilla para mover termas (figura 5.4.). Lo que se puede observar es que las carretillas ya se encuentran deterioradas.

Figura 5.3.

Carretilla para cilindros



Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Figura 5.4.

Carretilla para termas



Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

- Plataformas hidráulicas: Messer cuenta con dos plataformas hidráulicas, una para la recepción de cilindros medicinales, debido a que la zona medicinal se encuentra en planta baja, las móviles que no cuentan con plataforma hidráulica acoplada, necesitan usar ésta para cargar y descargar cilindros, por esta razón, su uso es diario. La otra plataforma se encuentra al final del área de CO₂, ésta sirve para bajar cilindros de la plataforma industrial a la zona de mezclas especiales o para movilizar cilindros de CO₂ con producto adentro, los cuales se llevan al volteador de cilindros para vaciarlos completamente, estas movilizaciones no se dan con frecuencia.

5.1.4. Factor Edificio

Teniendo en cuenta que Messer va a redistribuir algunas áreas de la planta, se analizará el factor edificio, para esto, no se analizará todos los casos debido a que solo se cambiarán el área de producción y estacionamientos, para estos cambios se tomará como referencia el Reglamento de Edificaciones.

Para el estudio de suelo y la construcción de la edificación, se tomará como referencia los estudios hechos para la primera construcción, los cimientos serán los mismos en su mayoría, las columnas y vigas se realizarán en caso sea conveniente, pero la mayoría de ellas están hechas de metal más no de concreto, los techos seguirán siendo del mismo material y de los pisos solo se nivelarán.

Con respecto a las vías de circulación, se señalará el mínimo necesario para que pueda pasar una carretilla o un operario con dos cilindros.

Actualmente no se cuentan con rampas debido a que el acarreo del envase no lo permite por contar con un peso excesivo, por esta razón, se optó por la alternativa de reemplazar rampa por plataformas hidráulicas.

En cuanto a los estacionamientos, es un tema importante porque se encuentran a la mitad de proceso de producción y quita espacio evitando la continuidad. Además, el espacio establecido limita mucho la zona de almacenamiento de tanques y cisternas, para esto se tomará en cuenta lo siguiente:

Tabla 5.9.

Disposición de plazas para los estacionamientos

Disposición de plazas	Superficie necesaria por plaza en m ²	Número de plazas por cada 100 m ²	Número de plaza por cada 100 m lineales
0° en paralelo. Es difícil entrar y salir. Apropiaada para calles estrechas.	22.50	4.40	17.00
30° en diagonal. Es relativamente fácil de entrar y salir. Óptimo aprovechamiento de la superficie.	30.8 (27.6)	3.2 (3.6)	20 (21)
45° en diagonal. Es fácil entrar y salir. Aprovechamiento relativamente bueno de la superficie. Disposición más usual.	24 (21.7)	4.2 (4.6)	29 (31)
60° en diagonal. Es fácil entrar y salir. Buen aprovechamiento de la superficie. Disposición bastante usual.	22.5 (20.5)	4.4 (4.9)	34 (37)
90° en perpendicular (anchura de la plaza 2.5m). Los vehículos han de girar con un radio muy pequeño.	20 (19)	5 (5.3)	40 (44)

Fuente: Díaz, B.; Jarufe, B; Noriega, M. (2007)

5.1.5. Factor Espera

Para el factor espera existen ocho casos principales en nuestro proceso, envases vacíos, envases en proceso de llenado, envases para mantenimiento, envases para pintado, envases para PH, envases para análisis, envases llenos y materia prima. Los almacenes son separados por barandas metálicas, aun no se ha evaluado la opción de almacenar verticalmente. Con respecto a la materia prima cabe resaltar que no es un problema debido a que los productos en estado líquido se almacenan en tanques estacionarios verticales con un plan de abastecimiento y capacidad suficiente para completar el plan de producción.

La mala ubicación de los puntos de espera de los productos en proceso es la que cuesta dinero a la planta, puesto que existen casos donde no se pueden encontrar los cilindros a llenar e incluso no se encuentran los cilindros ya envasados.

Para la espera de cilindros vacíos y productos terminados se utilizan almacenes de tránsito los cuales cuentan con divisiones que no alcanzan en la actualidad, por esta razón se tiene que mejorar en la distribución.

5.1.6. Factor Servicio

El factor servicio se refiere a todas aquellas actividades, elementos y personal que secundan a la producción. Estos servicios comprenden tres campos:

Relativos al personal

- **Vías de acceso:**

Messer cuenta con un amplio patio de maniobras el cual funciona como punto de acopio en caso de emergencia. Las veredas internas y señalizaciones como la vía peatonal en cebra para la movilización en planta se encuentran debidamente identificados. El problema está en las vías de acceso en la plataforma elevada (área industrial) ya que los pasillos se encuentran llenos de cilindros lo que impide el paso y pone en riesgo a los trabajadores.

- **Instalaciones sanitarias:**

El personal de producción cuenta con dos áreas amplias de vestuario, el cual tiene casilleros personales para que guarden sus cosas de valor, servicios higiénicos y duchas en buen estado para su aseo diario luego de la jornada laboral. Estas instalaciones son solo para hombres ya que como es un trabajo de fuerza solo se contratan hombres, sin embargo, en las áreas administrativas que hacen seguimiento a la producción si hay baños para mujeres.

- **Servicios de alimentación:**

La planta cuenta con un comedor para los trabajadores en general, tanto para administrativos como para operarios, el cual da el servicio de desayuno (solo para operarios) y de almuerzo. Posee un área de 75 m², cuenta con menaje, mesas, sillas, refrigerador y microonda.

- **Servicios médicos:**

Si bien el área de salud ocupacional no forma parte del estudio ya que está ubicado en una estructura construida hace 3 años, el cual no se pudo modificar hasta que

cumpla su tiempo de depreciación, cabe resaltar que está disponible para el personal para cualquier molestia física que presenten.

- **Iluminación:**

Para la iluminación de las áreas de envasado de termas y de cilindros en el turno noche, se han puesto unas luminarias de alta potencia para que el trabajador no fuerce la vista al revisar las fugas de las válvulas.

- **Ventilación:**

El envasado se realiza al aire libre, es un espacio abierto techado con buena ventilación, esto ayuda en verano para que los trabajadores estén frescos, sin embargo, en invierno, la empresa les entrega compras y chalecos para que se protejan del frío.

Relativos al material

- **Control de calidad:**

Con respecto al producto que viene de planta ASU en Chimbote, los controles de calidad del producto se realizan allá, sin embargo, para el caso del CO₂, helio y óxido nítrico, los cuales se compran a un tercero, se mide la humedad con la ayuda de un hidrómetro.

A los cilindros, válvulas y acoples físicos se les hace una revisión visual externa, estos no deben presentar fisuras ni soldaduras, se revisan las especificaciones técnicas y se archivan los certificados para un posible posterior reclamo. Normalmente cuando faltan cilindros, la casa madre en Alemania manda cilindros de su stock para no incurrir en gastos extras.

- **Laboratorios:**

El laboratorio analiza el porcentaje de pureza de los productos medicinales y de las mezclas especiales que son pedidos raras veces. Para el análisis cuentan con aparatos portátiles, el cual lo pueden subir a plataforma, pero los más exactos son los que se encuentran en oficinas, para hacer el contraste del análisis hacen uso de gases patrón.

- **Impacto ambiental:**

Messer Callao no genera basura ni remanentes, ya que la merma que producimos forma parte del aire que respiramos, los cilindros obsoletos, las termas y demás, son vendidos como chatarra anualmente, pero no es en gran cantidad. El agua usada en la prueba hidrostática tampoco es un agua contaminada ya que se usa a presión y no pasa por ningún agente contaminante.

Relativos a la maquinaria

- **Máquina:**

Todos los manifold, balanzas, tanques y vaporizadores se encuentran anclados y/o empotrados al piso lo que evita que se muevan en caso de sismo o vibraciones.

- **Mantenimiento:**

Cada máquina tiene su plan de mantenimiento mensual y anual, con los repuestos necesarios en caso de algún mantenimiento correctivo, según lo previsto a comienzo de año. Este plan lo realiza el área de producción con el apoyo del área de instalaciones.

- **Herramientas:**

El área de producción cuenta con su propio almacén para guardar repuestos y herramientas necesarias para las operaciones, cada año se hace inventario con reposición de herramientas que puedan faltar con justificación por parte del operario.

Relativos al edificio

- **Señalización de seguridad:**

Messer cuenta con un área de seguridad, el cual se encarga de las señalizaciones y de supervisar semanalmente los puntos de riesgo. Para esto se cuenta con un plano de riesgos difundido por toda la planta, así como también carteles que indican el uso de equipos de protección personal.

Estas señalizaciones también se encuentran en las etiquetas de los cilindros, en los tanques verticales estacionarios y en las móviles de los vendedores, ya que están en contacto con productos gaseosos.

5.1.7. Superficies de distribución.

Luego de conocer el factor maquinaria y las necesidades de los trabajadores se definirán las estaciones de trabajo y se determinará las áreas requeridas. Para este análisis se utilizará el método Guerchet, para este método se identifica primero los elementos estáticos (tabla 5.10) que viene a ser las maquinarias y equipos, luego se calcula los elementos móviles (tabla 5.11) con el número de operarios y equipo de acarreo como las carretillas.

Con estos datos se puede calcular el coeficiente de evolución “K” que presenta una medida ponderada de la relación entre las alturas de ambos elementos.

Este método nos da los requerimientos mínimos del área, quedando por hacer los ajustes necesarios según las circunstancias.

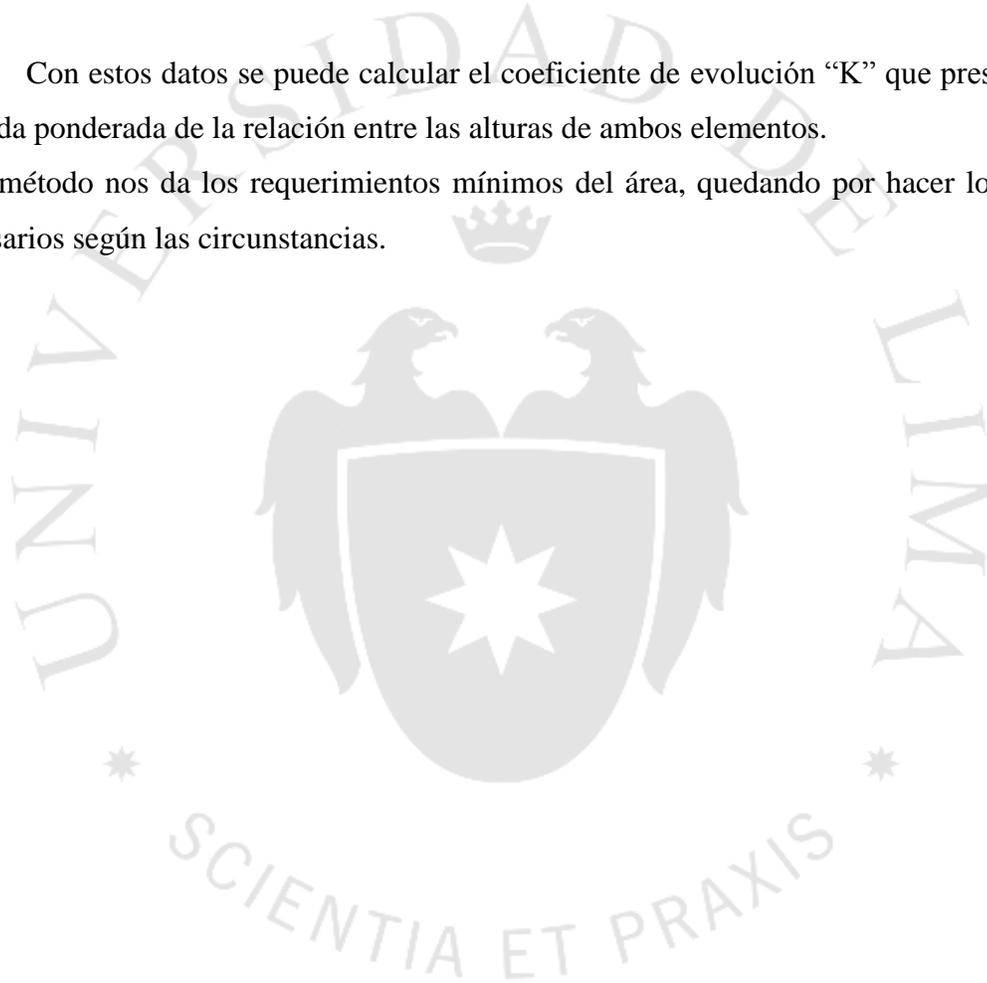


Tabla 5.10.

Guerchet elementos estáticos

Elementos			Dimensiones (m)			Cálculo de K								
Estáticos			L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ssxn _h	Ssxn	
zona de cilindros industriales	Zona de recepción	Pto. Espera	15.00	5.00	1.80	-	1.00	75.00	-	27.93	102.93	135.00	75.00	
	Zona de cilindros vacíos, clasificación de cilindros	Pto. Espera	25.20	9.00	1.80	-	1.00	226.80	-	84.47	311.27	408.24	226.80	
	Zona de llenado	Manifold mezclas		5.97	0.88	1.65	2.00	1.00	5.25	10.51	5.87	21.63	8.67	5.25
		Manifold oxígeno 1		4.75	0.82	1.65	2.00	1.00	3.90	7.79	4.35	16.04	6.43	3.90
		Manifold oxígeno 2		5.00	0.91	1.65	2.00	1.00	4.55	9.10	5.08	18.73	7.51	4.55
		Manifold nitrógeno		5.42	0.82	1.65	2.00	1.00	4.44	8.89	4.97	18.30	7.33	4.44
	Panel de mando		0.82	0.37	1.10	1.00	4.00	0.30	0.30	0.23	3.33	1.33	1.21	
	Zona de cilindros llenos	Pto. Espera	35.95	17.21	1.80	-	1.00	618.70	-	230.42	849.12	1,113.66	618.70	
Zona de cilindros para mantenimiento	Pto Espera	6.98	1.19	1.80	-	1.00	8.31	-	3.09	11.40	14.95	8.31		
Zona de cilindros para pintado	Pto Espera	2.00	1.50	1.80	-	1.00	3.00	-	1.12	4.12	5.40	3.00		
zona de CO2	Zona de cilindros vacíos, clasificación de cilindros	Pto. Espera	4.00	1.17	1.80	-	1.00	4.68	-	1.74	6.42	8.42	4.68	
	Zona de llenado	Manifold	1.91	0.51	1.60	1.00	1.00	0.97	0.97	0.73	2.67	1.56	0.97	
	Zona de cilindros llenos	Pto Espera	5.16	1.17	1.80	-	1.00	6.04	-	2.25	8.29	10.87	6.04	
zona medicinal	Zona de recepción	Pto. Espera	2.00	1.50	1.80	-	1.00	3.00	-	1.12	4.12	5.40	3.00	
	Zona de cilindros vacíos, clasificación de cilindros	Pto. Espera	11.21	2.00	1.80	-	1.00	22.42	-	8.35	30.77	40.36	22.42	
		Manifold	2.75	0.82	1.65	2.00	3.00	2.26	4.51	2.52	27.85	11.16	6.77	
	Panel de mando	1.41	0.21	1.10	1.00	3.00	0.30	0.30	0.22	2.44	0.98	0.89		
	Zona de prueba de calidad	Analizador	1.41	0.21	1.70	1.00	1.00	0.30	0.30	0.22	0.81	0.50	0.30	
	Zona de cilindros llenos aprobados	Pto. Espera	11.23	2.00	1.80	-	1.00	22.46	-	8.36	30.82	40.43	22.46	
Zona de cilindros para mantenimiento	Pto Espera	1.88	4.10	1.80	-	1.00	7.71	-	2.87	10.58	13.87	7.71		
zona N2O	Zona de cilindros vacíos, clasificación de cilindros	Pto. Espera	5.37	1.80	1.80	-	1.00	9.67	-	3.60	13.27	17.40	9.67	
	Zona de llenado	Manifold	2.00	1.15	1.80	1.00	1.00	2.30	2.30	1.71	6.31	4.14	2.30	
	Zona de cilindros llenos	Pto. Espera	3.00	1.80	1.80	-	1.00	5.40	-	2.01	7.41	9.72	5.40	

(Continúa)

(Continuación)

zona etimix	Zona de cilindros vacios, clasificacion de cilindros	Pto. Espera	2.74	2.00	1.80	-	1.00	5.48	-	2.04	7.52	9.86	5.48
	Zona de llenado	Manifold	3.50	0.46	1.80	1.00	1.00	1.61	1.61	1.20	4.42	2.90	1.61
	Zona de mezcla	Agitador de cilindros	1.38	1.45	0.70	1.00	1.00	2.00	2.00	1.49	5.49	1.40	2.00
	Zona de tratamiento	Horno	3.22	0.90	1.80	1.00	1.00	2.90	2.90	2.16	7.95	5.22	2.90
	Zona de cilindros llenos	Pto. Espera	3.11	1.45	1.80	-	1.00	4.51	-	1.68	6.19	8.12	4.51
zona de ph	Zona cilindros para PH	Pto. Espera	5.24	4.11	1.80	-	1.00	21.54	-	8.02	29.56	38.77	21.54
	Zona de PH	Chaqueta	0.44	0.44	1.50	2.00	1.00	0.15	0.30	0.17	0.63	0.23	0.15
		desenvalvuladora	0.65	0.50	0.60	1.00	1.00	0.33	0.33	0.24	0.89	0.20	0.33
		Volteador de cilindros	1.30	0.90	1.30	2.00	1.00	1.17	2.34	1.31	4.82	1.52	1.17
		Caño	1.00	0.50	1.90	3.00	1.00	0.50	1.50	0.74	2.74	0.95	0.50
		Banco	0.37	0.31	1.00	1.00	1.00	0.11	0.11	0.09	0.31	0.11	0.11
		Secador	1.98	1.30	1.80	1.00	1.00	2.57	2.57	1.92	7.07	4.63	2.57
	Panel de mando	1.10	0.84	1.70	1.00	1.00	0.92	0.92	0.69	2.54	1.57	0.92	
	Zona cilindros aprobados	Pto. Espera	5.16	4.00	1.80	-	1.00	20.64	-	7.69	28.33	37.15	20.64
	Zona cilindros desaprobados	Pto. Espera	5.23	3.00	1.80	-	1.00	15.69	-	5.84	21.53	28.24	15.69
Zona de cilindros para mantenimiento	Pto Espera	3.16	2.78	1.80	-	1.00	8.78	-	3.27	12.06	15.81	8.78	
Zona de cilindros para pintado	Pto Espera	2.14	2.65	1.80	-	1.00	5.67	-	2.11	7.78	10.21	5.67	
zona de termas	zona de termas vacias	Pto. Espera	10.00	7.36	1.60	-	1.00	73.60	-	27.41	101.01	117.76	73.60
	zona de llenado de termas	Tanque	3.30	3.07	4.00	-	3.00	10.13	-	3.77	41.71	121.57	30.39
		Balanza	1.21	1.19	1.69	1.00	4.00	1.44	1.44	1.07	15.81	9.73	5.76
	zona de termas llenas	Pto. Espera	3.16	3.59	1.60	-	1.00	11.34	-	4.22	15.57	18.15	11.34
Zona de termas para mantenimiento	Pto Espera	3.00	2.00	1.60	-	1.00	6.00	-	2.23	8.23	9.60	6.00	
zona de vaporizadores			7.10	2.10	6.00	-	1.00	14.91	-	5.55	20.46	89.46	14.91
												2,406.50	1,280.34

Elaboración propia

Tabla 5.11.

Guerchet elementos móviles

Móviles		L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ssxn _h	Ssxn
zona de cilindros industriales	operario	-	-	1.65	-	1.00	0.50	-	-	0.50	-	-
zona de CO2	operario	-	-	1.65	-	1.00	0.50	-	-	0.50	-	-
	carretilla	1.10	0.68	1.40	1.00	2.00	0.75	-	-	1.50	2.09	1.50
zona medicinal	operario	-	-	1.65	-	1.00	0.50	-	-	0.50	-	-
	carretilla	1.10	0.68	1.40	1.00	1.00	0.75	-	-	0.75	1.05	0.75
zona N2O	operario	-	-	1.65	-	1.00	0.50	-	-	0.50	-	-
zona etilmix	operario	-	-	1.65	-	1.00	0.50	-	-	0.50	-	-
zona de ph	operario	-	-	1.65	-	1.00	0.50	-	-	0.50	-	-
zona de termas	operario	-	-	1.65	-	1.00	0.50	-	-	0.50	-	-
	carretilla	1.10	0.68	1.40	1.00	3.00	0.75	-	-	2.24	3.14	2.24
zona de tanques	operario	-	-	1.65	-	1.00	0.50	-	-	0.50	-	-
											6.28	4.49

Elaboración propia

Con los datos obtenidos se calcula “K” como se puede ver en la tabla 5.12.:

Tabla 5.12.

Cálculo del coeficiente de evolución

Calculo de K:	
hee=	1.88
hem=	1.40
K=	0.37

Elaboración propia.

Todos los análisis y los cálculos dan como resultado que el área de producción necesita un área mínima de 1869.75 m² para poder satisfacer la demanda proyectada sin complicaciones, esta área no considera los almacenes ni los estacionamientos ni los talleres ni el patio de maniobras.

Sin embargo, el área destinada para el área de producción actualmente es aproximadamente de 1456.96 m², lo cual indica que aparentemente no se posee el espacio suficiente para el área de producción, pero considerando que es peligroso tener un estacionamiento en la parte del fondo, se puede buscar una distribución acorde a la demanda y segura.

5.1.8. Distribución general.

Luego de haber calculado por el método de Guerchet todos los espacios físicos que se requerirán para el área de envasado, se procede a analizar la disposición de estos con la ayuda de la tabla y el diagrama relacional.

Este estudio nos llevará a determinar la disposición de las áreas de cada zona de envasado, una vez que se tenga cada área ordenada, se pasará a analizar la disposición de cada zona.

Tabla relacional

Para preparar la tabla relacional se necesita la tabla de valor de proximidad (tabla 5.13.) y la tabla de razones o motivos (tabla 5.14.). Debido a la cantidad de áreas a analizar en base a Guerchet, se especificarán en la tabla 5.15.

Tabla 5.13.

Valor de proximidad

CODIGO	VALOR DE PROXIMIDAD
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No deseable

Fuente: Díaz, B.; Jarufe, B.; Noriega, M. (2007)

Tabla 5.14.

Tabla de motivos

NUMERO	MOTIVOS
1	Por el seguimiento del proceso
2	Para facilitar el traslado de los envases
3	Por no ser necesario
4	Para evitar confusión
5	Por ser productos que tienen relación

Elaboración propia

Tabla 5.15.

Áreas de análisis

1	Recepción de cilindros industriales
2	Cilindros vacíos industriales
3	Proceso de llenado de cilindros industriales
4	Cilindros llenos industriales
5	Cilindros para mantenimiento industriales
6	Cilindros para pintura
7	Cilindros vacíos de CO2
8	Proceso de llenado del CO2
9	Cilindros llenos CO2
10	Recepción de cilindros medicinales y N2O
11	Cilindros vacíos medicinales
12	Proceso de llenado de cilindros medicinales
13	Prueba de calidad
14	Cilindros medicinales llenos aprobados
15	Cilindros para mantenimiento medicinales
16	Cilindros vacíos de etilmix
17	Proceso de llenado de cilindros de etilmix
18	Agitador de mezclas especiales
19	Tratamiento de cilindros con productos UHP
20	Cilindros llenos de etilmix
21	Cilindros para PH
22	Área de PH
23	Cilindros con PH aprobado
24	Cilindros con PH desaprobado
25	Cilindros para mantenimiento después de pasar PH
26	Cilindros para pintado después de pasar PH
27	Termas vacías
28	Proceso de llenado de termas
29	Termas llenas
30	Termas para mantenimiento
31	Zona de vaporizadores
32	Cilindros llenos de óxido nitroso
33	Cilindros vacíos de óxido nitroso

Elaboración propia

En base a estas zonas se realiza la tabla relacional (tabla 5.16.), en esta se especificará el valor de proximidad en el triángulo superior y el número del motivo que sustenta el valor de proximidad elegido en el triángulo inferior.

Tabla 5.16.

Tabla relacional

The table is a triangular grid of cells. The left edge is labeled with numbers 1 through 17. The top vertex is labeled '1'. The grid contains various characters: 'E', 'A', 'I', 'U', 'X', and '2'. A large, faint watermark of the University of Lima is visible in the background, featuring a crown and a bird.

(Continúa)

En base a la tabla relacional, se obtienen los siguientes valores de proximidad:

A: (2, 3) (3, 4) (7, 8) (8, 9) (11, 12) (12, 13) (12, 14) (12, 32) (12, 33) (13, 17) (16, 17) (17, 18) (17, 20) (21, 22) (22, 23) (22, 24) (22, 25) (22, 26) (27, 28).

E: (1, 2) (1, 7) (10, 11) (12, 17) (13, 14) (21, 25) (21, 26).

I: (2, 4) (3, 8) (5, 15) (5, 25) (6, 26) (7, 9) (10, 32) (10, 33) (11, 14) (13, 32) (15, 25) (16, 20) (17, 19) (21, 23) (21, 24) (27, 29) (28, 29) (28, 30) (29, 30) (32, 33).

X: (1, 10) (1, 21) (2, 10) (2, 11) (2, 14) (2, 15) (4, 14) (4, 15) (5, 21) (5, 24) (6, 25) (7, 25) (11, 15) (12, 15) (14, 25) (23, 24) (23, 25) (23, 26) (24, 25) (24, 26) (25, 26) (27, 30).

Con esta información se desarrollará el diagrama relacional:

Diagrama relacional:

Se realiza este diagrama con la finalidad de visualizar gráficamente la distribución ideal de las áreas considerando la proximidad o lejanía. Los puntos esenciales para su trazado son: la simbología de la actividad y la simbología de la proximidad relativa en base a la intensidad del recorrido. En las tablas 5.17 y 5.18 se muestran la que se usaron respectivamente:

Tabla 5.17.

Simbología de la actividad

SÍMBOLO	COLOR	ACTIVIDAD
	Verde	Operación (proceso o fabricación)
	Naranja	Almacenaje
	Azul	Control

Nota: solo se consideraron los símbolos usados en el diagrama de recorrido de esta investigación.

Fuente: Diaz, B.; Jarufe, B.; Noriega, M. (2007)

Tabla 5.18.

Simbología de proximidad

CÓDIGO	VALOR DE PROXIMIDAD	Color, número y tipo de línea	
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente necesario	Amarillo	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal u ordinario	Azul	1 rectas
U	Sin importancia		-----
X	No deseable	Plomo	1 zig-zag
XX	Altamente no deseable	Negro	2 zig-zag

Fuente: Díaz, B.; Jarufe, B.; Noriega, M. (2007)

Según estas consideraciones, se dibuja el diagrama de recorrido, este se puede visualizar en la figura 5.5.

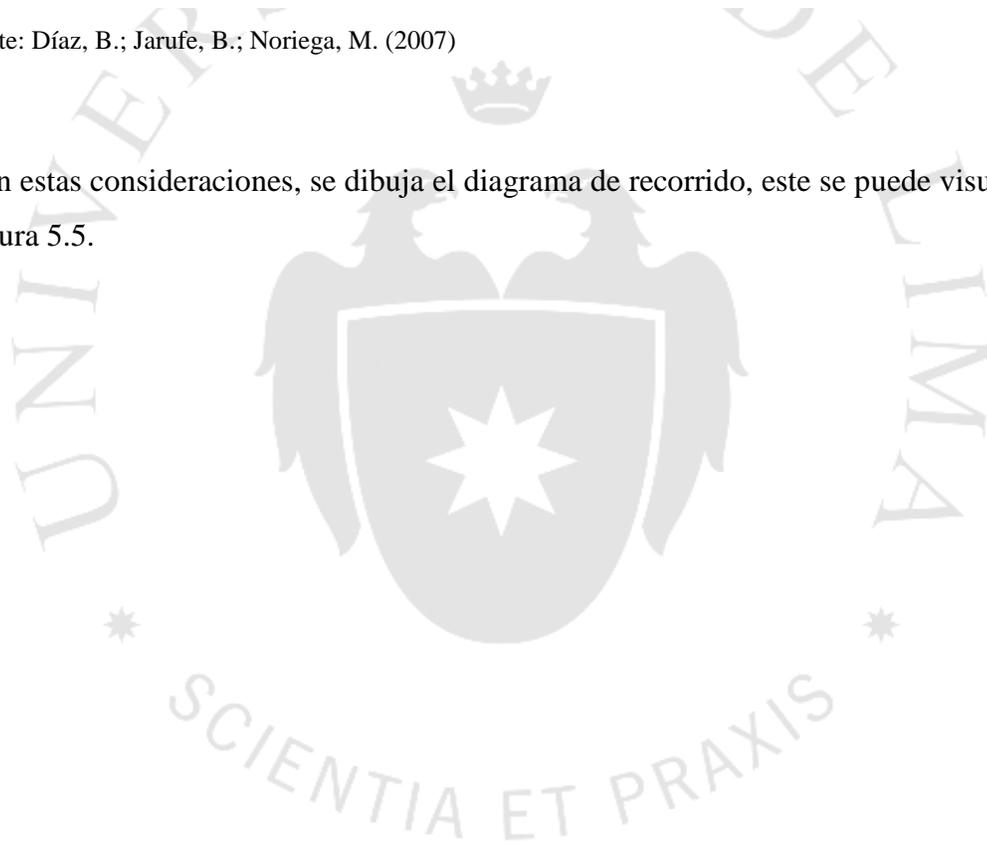
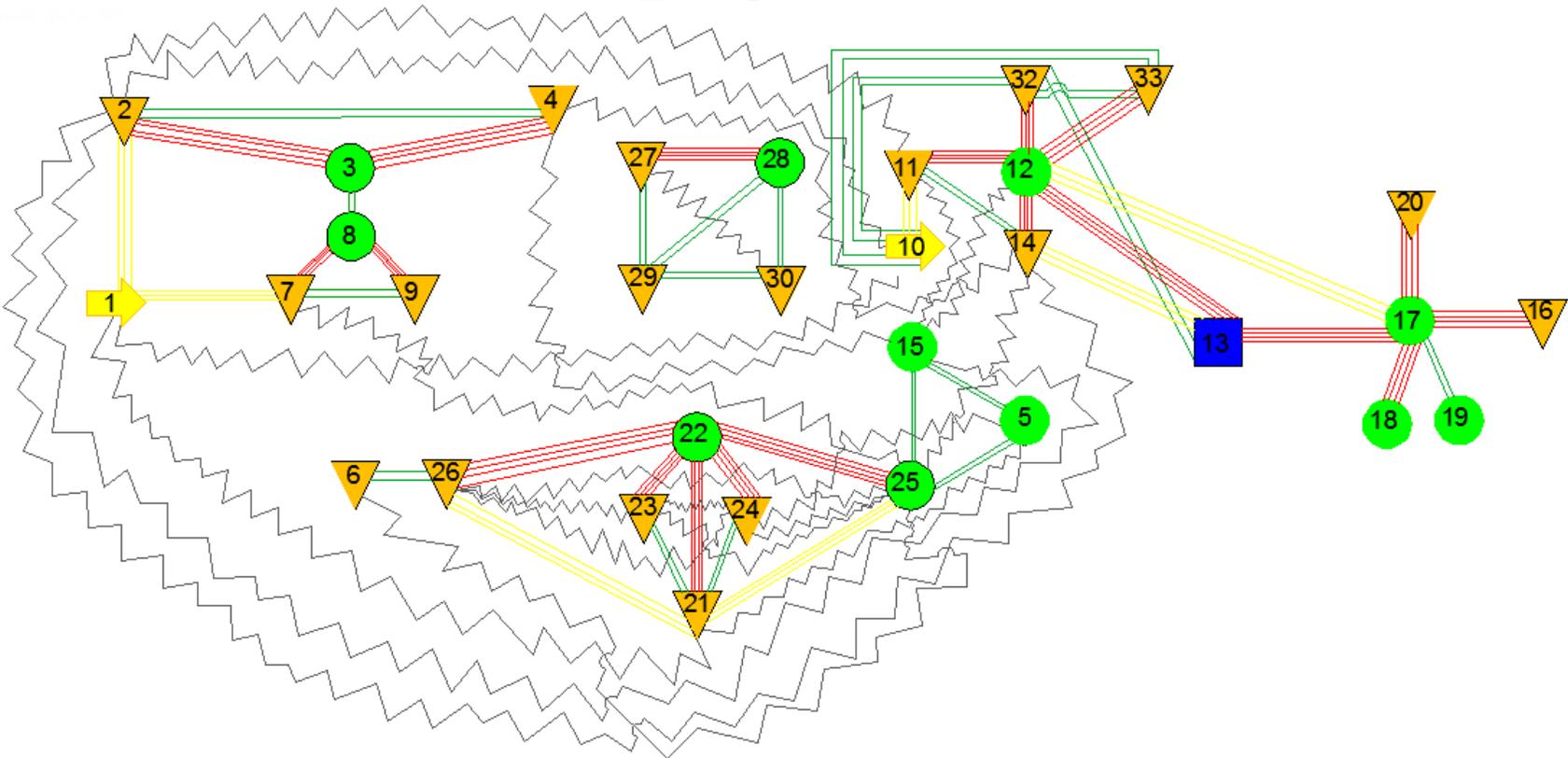


Figura 5.5.
Diagrama relacional



Elaboración propia

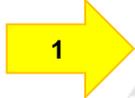
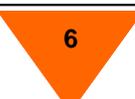
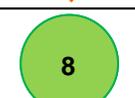
SCIENTIA ET PRAXIS

Diagrama relacional de espacios

En base a los datos obtenidos en el diagrama relacional, se realiza el de espacios tomando en cuenta las áreas correspondientes. Este diagrama presenta una alternativa de ordenamiento físico de planta, para esto se presentan las medidas de cada área en la tabla 5.19. Con las medidas y formas de cada área se realiza el diagrama relacional de espacios, este diagrama es por área sin contar con la valoración “X”.

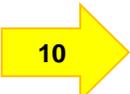
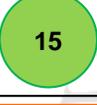
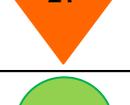
Tabla 5.19.

Medidas de las áreas

SÍMBOLOS	ACTIVIDADES	ÁREAS EN m ²
	Recepción de cilindros industriales	75
	Cilindros vacíos industriales	226.8
	Proceso de llenado de cilindros industriales	57.9762
	Cilindros llenos industriales	618.6995
	Cilindros para mantenimiento industriales	8.3062
	Cilindros para pintura	3
	Cilindros vacíos de CO ₂	4.68
	Proceso de llenado del CO ₂	1.4112
	Cilindros llenos CO ₂	6.0372

(Continúa)

(Continuación)

	Recepción de cilindros medicinales y N2O	3
	Cilindros vacíos medicinales	22.42
	Proceso de llenado de cilindros medicinales	44.698
	Prueba de calidad	4
	Cilindros medicinales llenos aprobados	22.46
	Cilindros para mantenimiento medicinales	7.708
	Cilindros vacíos de etilmix	5.48
	Proceso de llenado de cilindros de etilmix	6.8112
	Agitador de mezclas especiales	2.001
	Tratamiento de cilindros con productos UHP	2.898
	Cilindros llenos de etilmix	4.5095
	Cilindros para PH	21.5364
	Área de PH	59.787
	Cilindros con PH aprobado	20.64

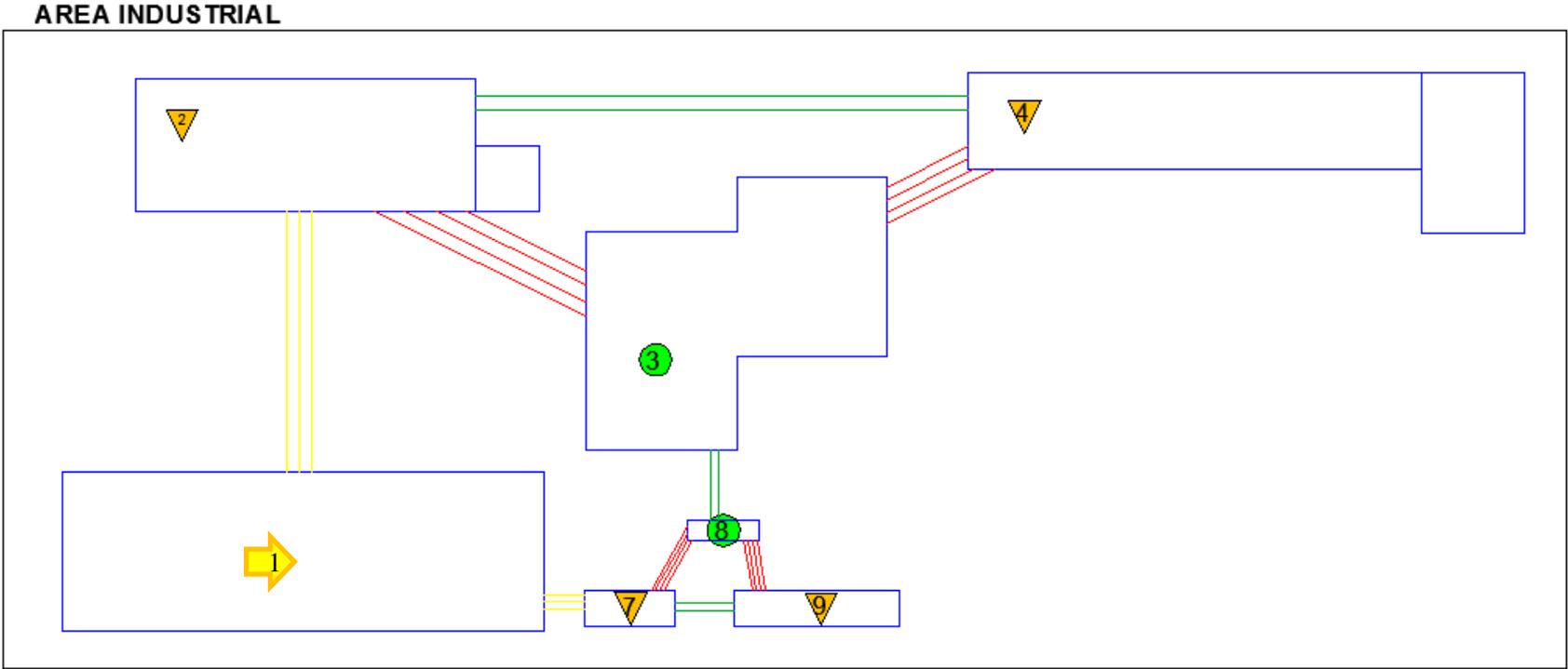
(Continúa)

(Continuación)

24	Cilindros con PH desaprobado	15.69
25	Cilindros para mantenimiento después de pasar PH	8.7848
26	Cilindros para pintado después de pasar PH	5.671
27	Termas vacías	73.6
28	Proceso de llenado de termas	80.6741
29	Termas llenas	11.3444
30	Termas para mantenimiento	6
31	Zona de vaporizadores	14.91
32	Cilindros llenos de óxido nitroso	9.666
33	Cilindros vacíos de óxido nitroso	9.666

Elaboración propia

Figura 5.6.
Diagrama relacional de espacios del área industrial

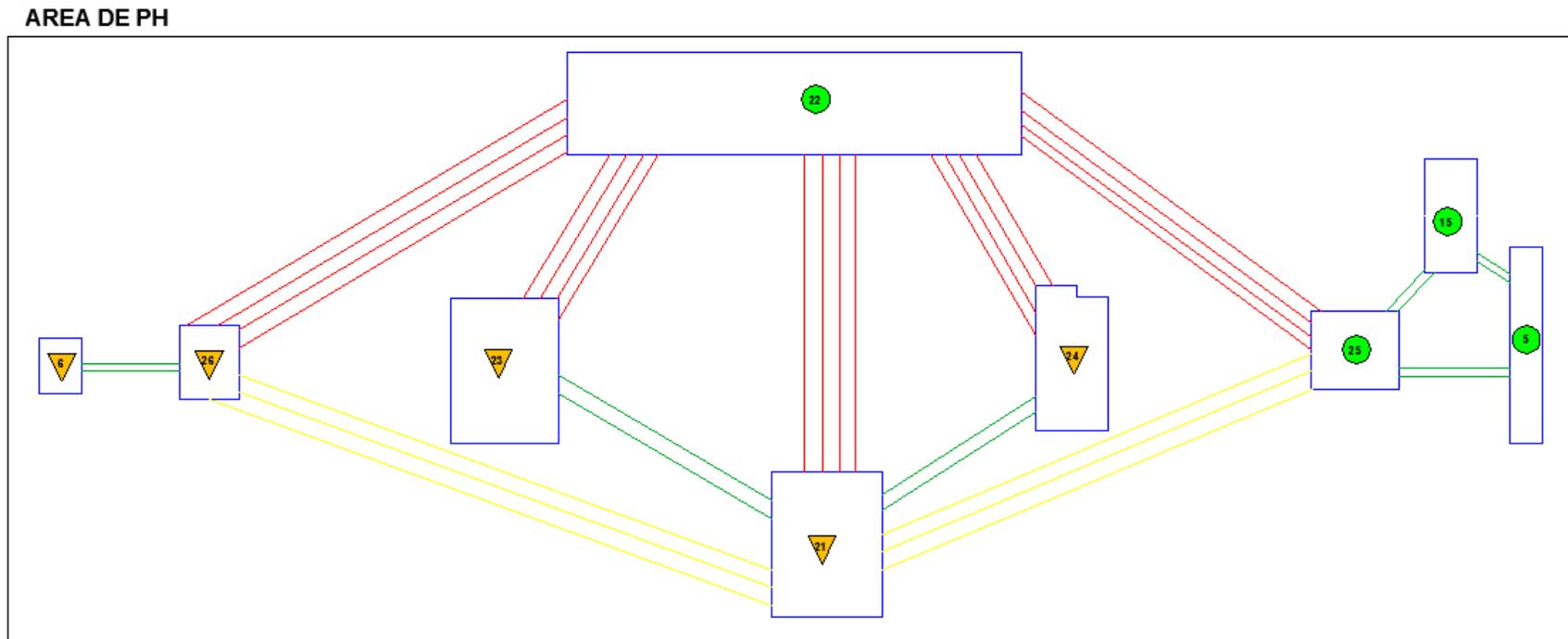


Elaboración propia

SCIENTIA ET PRAXIS

Figura 5.7.

Diagrama relacional de espacios del área de prueba hidrostática.

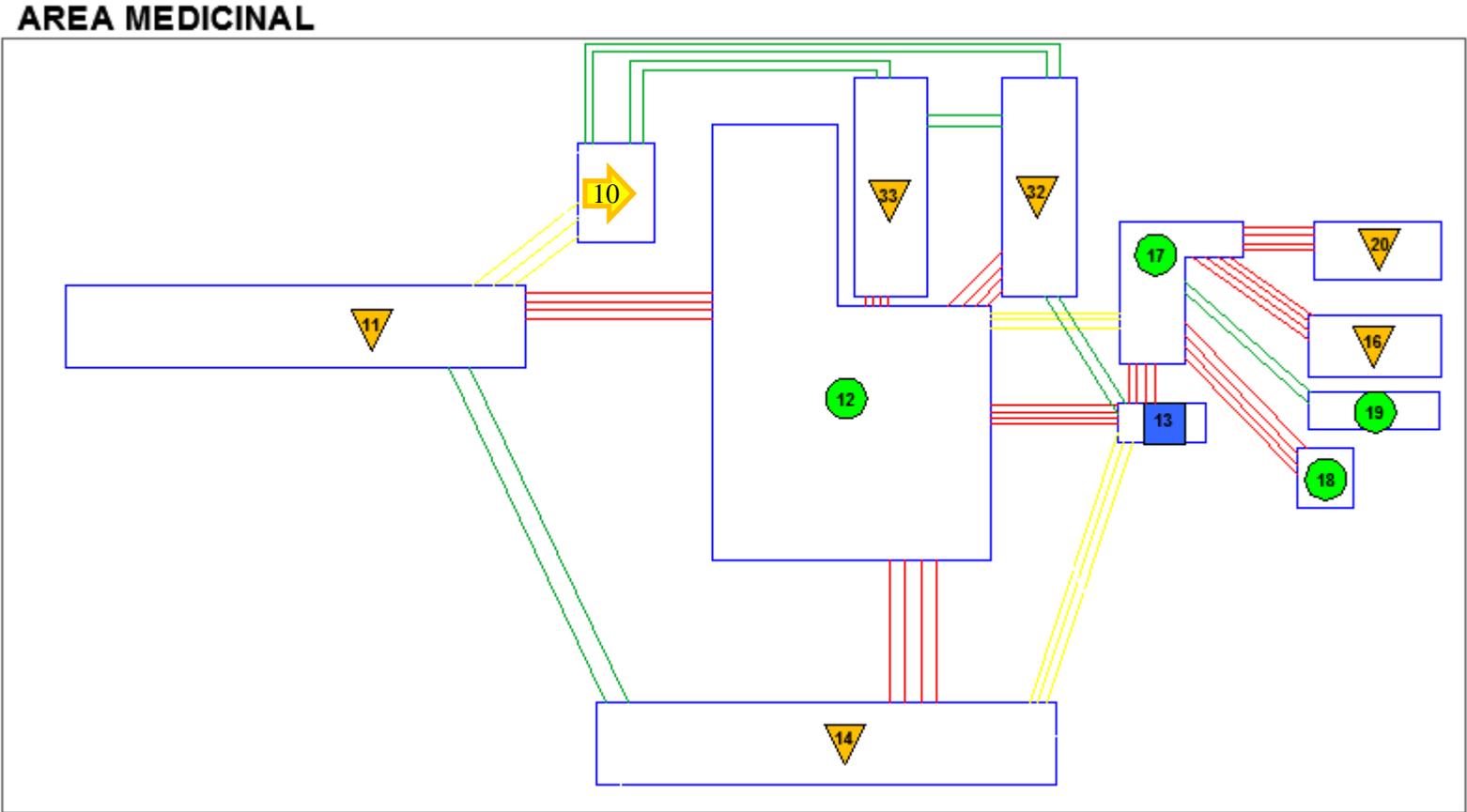


Elaboración propia

SCIENTIA ET PRAXIS

Figura 5.8.

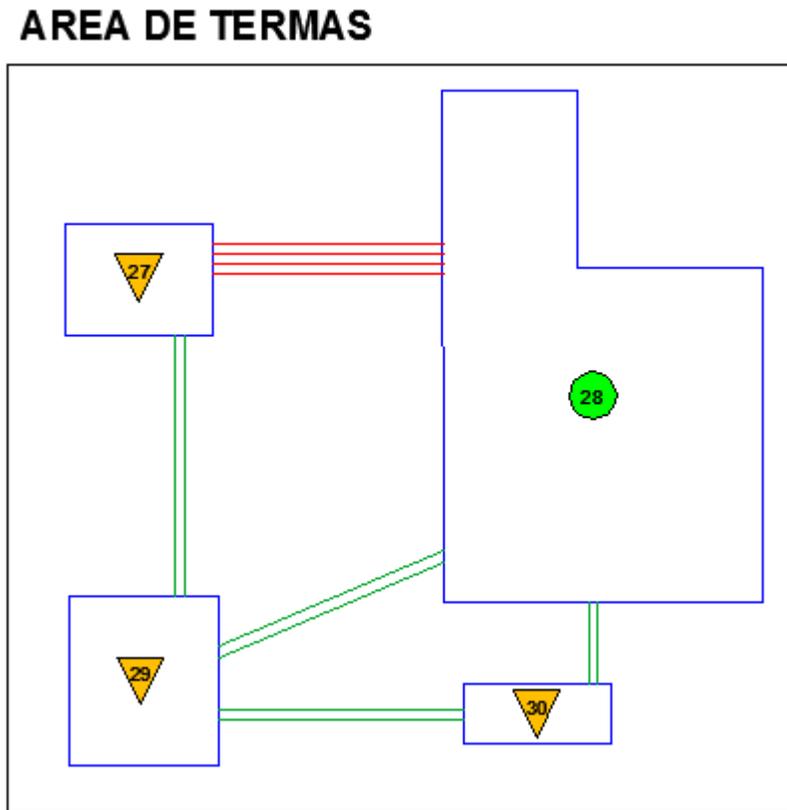
Diagrama relacional de espacios del área medicinal



Elaboración propia

Figura 5.9.

Diagrama relacional de espacios del área de termas



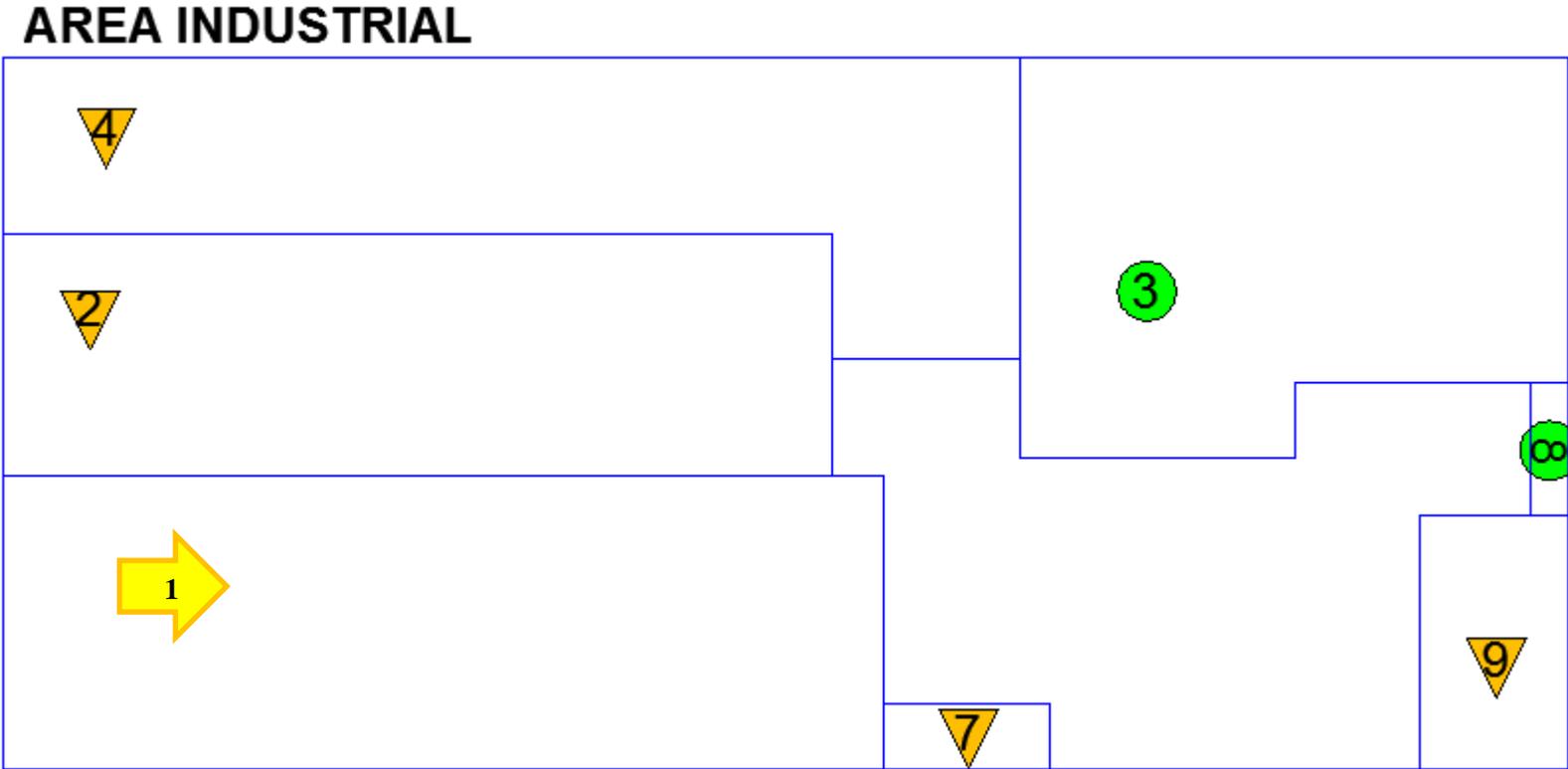
Elaboración propia

Disposición Ideal

Con estos diagramas, se puede realizar la disposición ideal de cada área (figuras 5.10, 5.11, 5.12, 5.13), el cual muestra una disposición compacta en base a las áreas de cada zona y a su forma.

Figura 5.10.

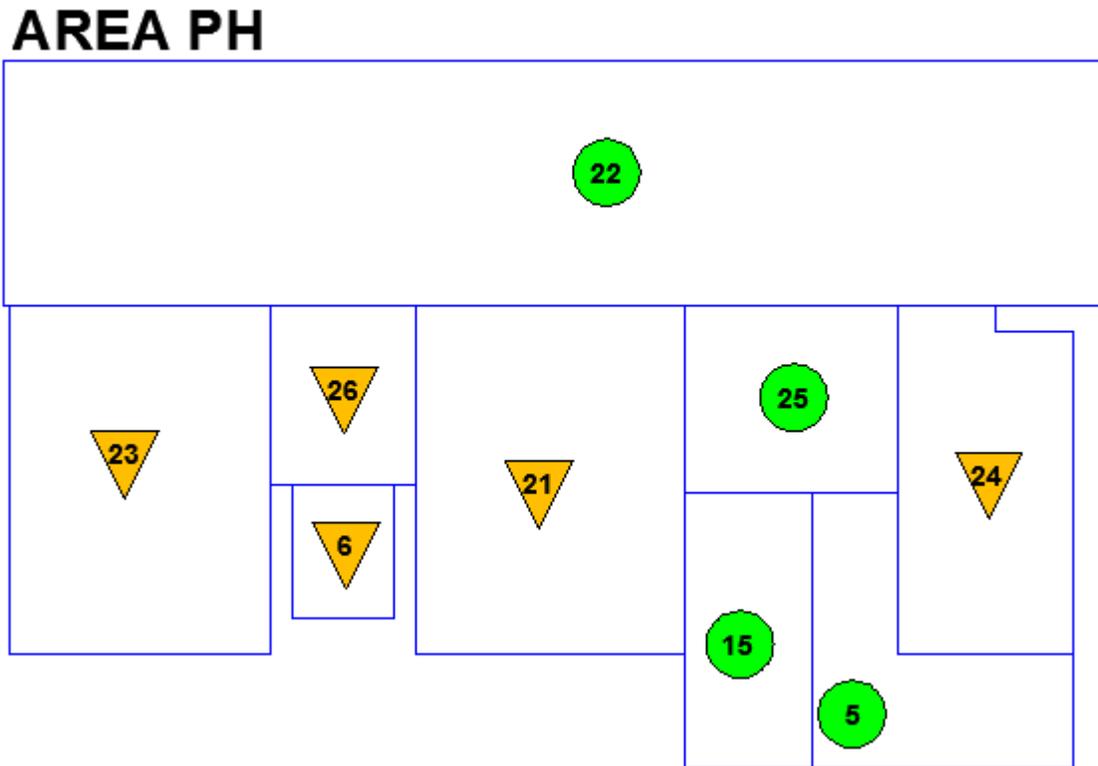
Distribución ideal del área industrial



Elaboración propia

Figura 5.11.

Distribución ideal del área de prueba hidrostática

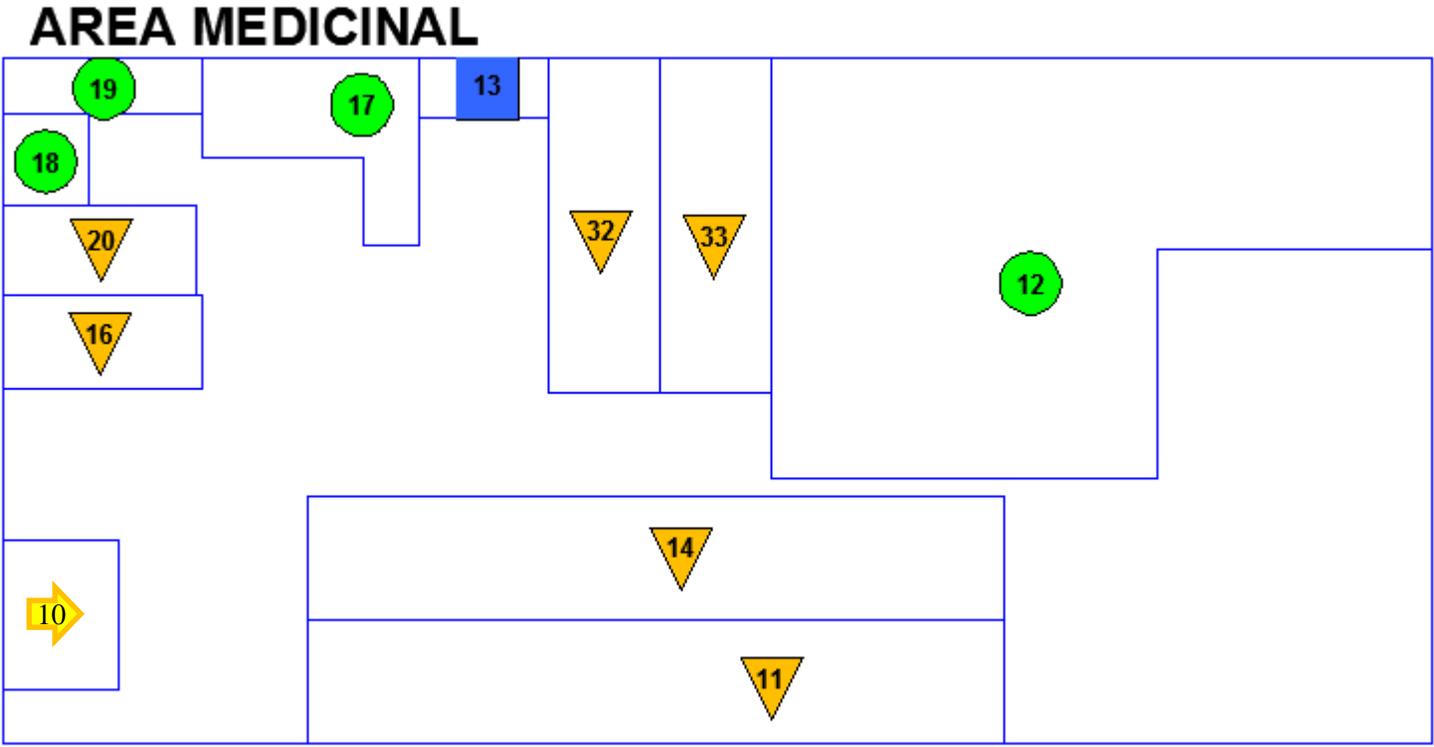


Elaboración propia



Figura 5.12.

Distribución ideal del área medicinal

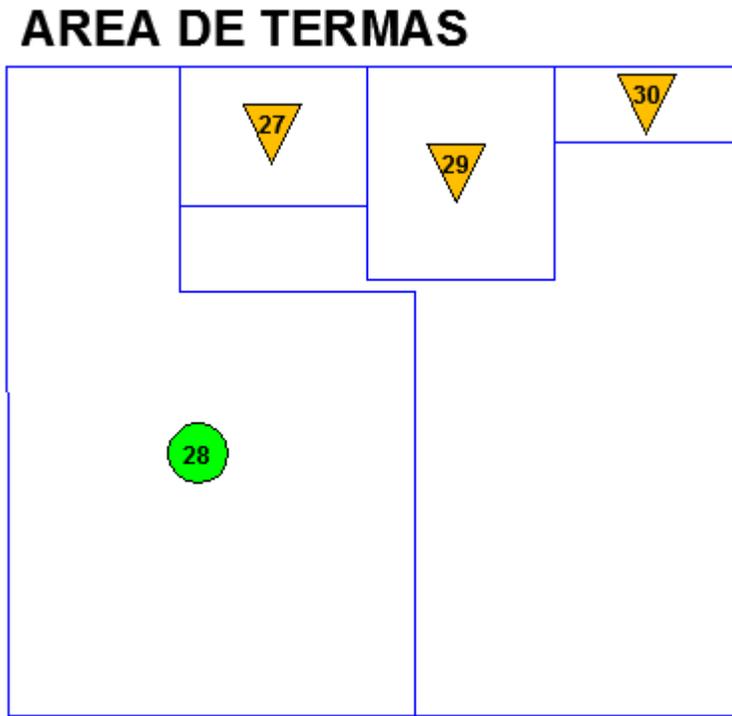


Elaboración propia

SCIENTIA ET PRAXIS

Figura 5.13.

Distribución ideal del área de termas



Elaboración propia

Disposición Práctica

A partir de la disposición ideal se dibujan las áreas en el plano del terreno real tomando como base la medida y la forma, de ser necesario se modificará el área. Esto nos ayuda a tener una visión más real de la mejora, en base a esto se puede perfeccionar la distribución con un análisis de distribución de detalle, el cual, puede sacar una mejor disposición o confirmar que la alternativa propuesta es la adecuada.

En el área medicinal se juntaron los procesos de envasado que necesitaban control de calidad como las mezclas especiales, étilmix, óxido nitroso, aire medicinal y oxígeno medicinal, la cual se puede ver en la figura 5.15. Con esta nueva disposición, se estaría dejando libre el área de envasado de étilmix, la cual, se aprovechará almacenando ahí los cilindros de acetileno, este producto no es envasado en la sede Callao, se produce y se trae desde la sede Chimbote, en Lima solo se distribuye, es por esta razón que el área que ocupen

formaría parte del área de ventas, antes de moverlos ahí, se necesitará conversar previamente con el director comercial.

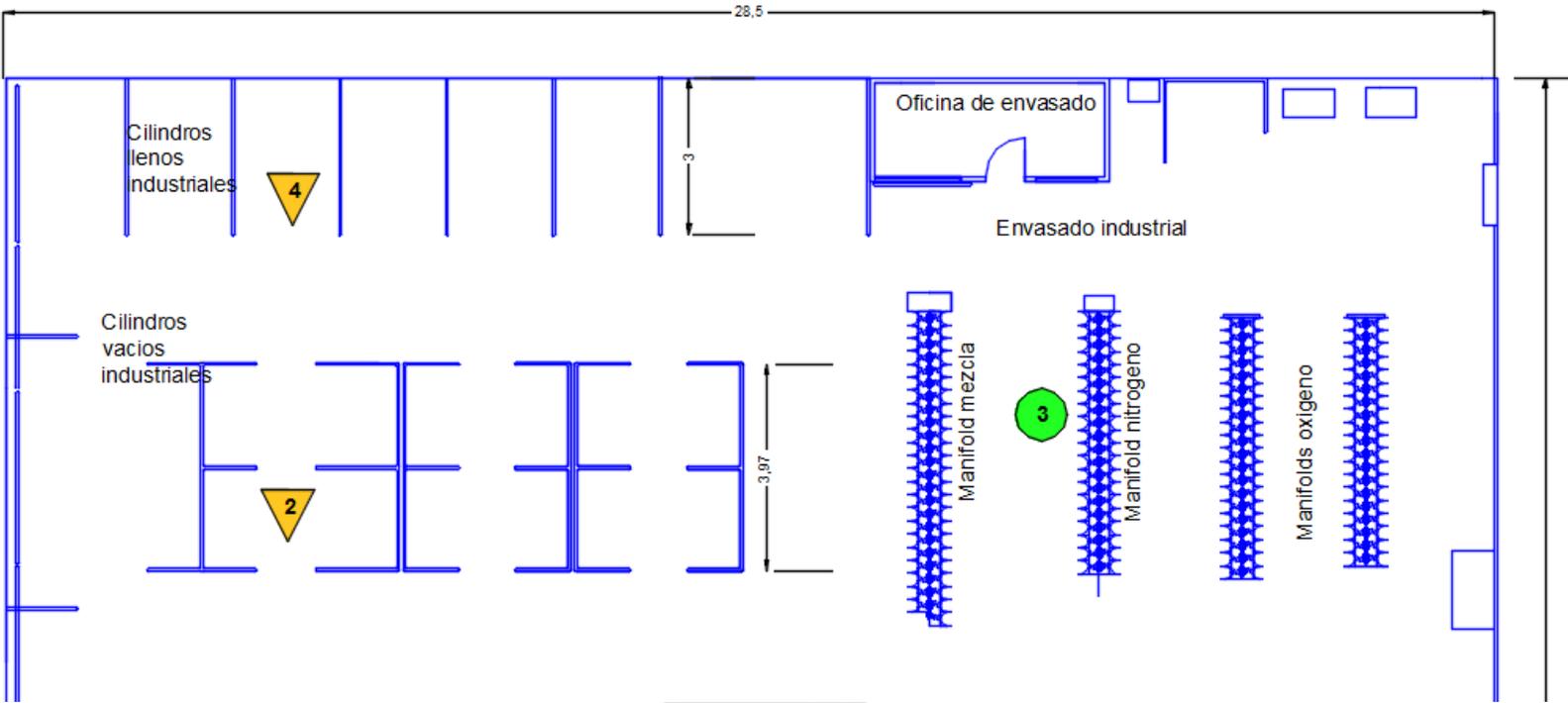
Con los cilindros de acetileno en esta área, la plataforma de envasado industrial tendrá más espacio para sus cilindros en tránsito y ya no existirá el problema de accidentes por falta de espacio para trasladar cilindros, esta nueva disposición se puede ver en la figura 5.14.

El área de prueba hidrostática también se modificó para tener un traslado de cilindros más ágil y eficiente (figura 5.15), sin embargo, el área de la zona de termas no se modificó debido a que dentro de ésta se encuentra parte del patio de maniobras; sin embargo, se modificará cuando se realice el análisis de disposición por zonas.



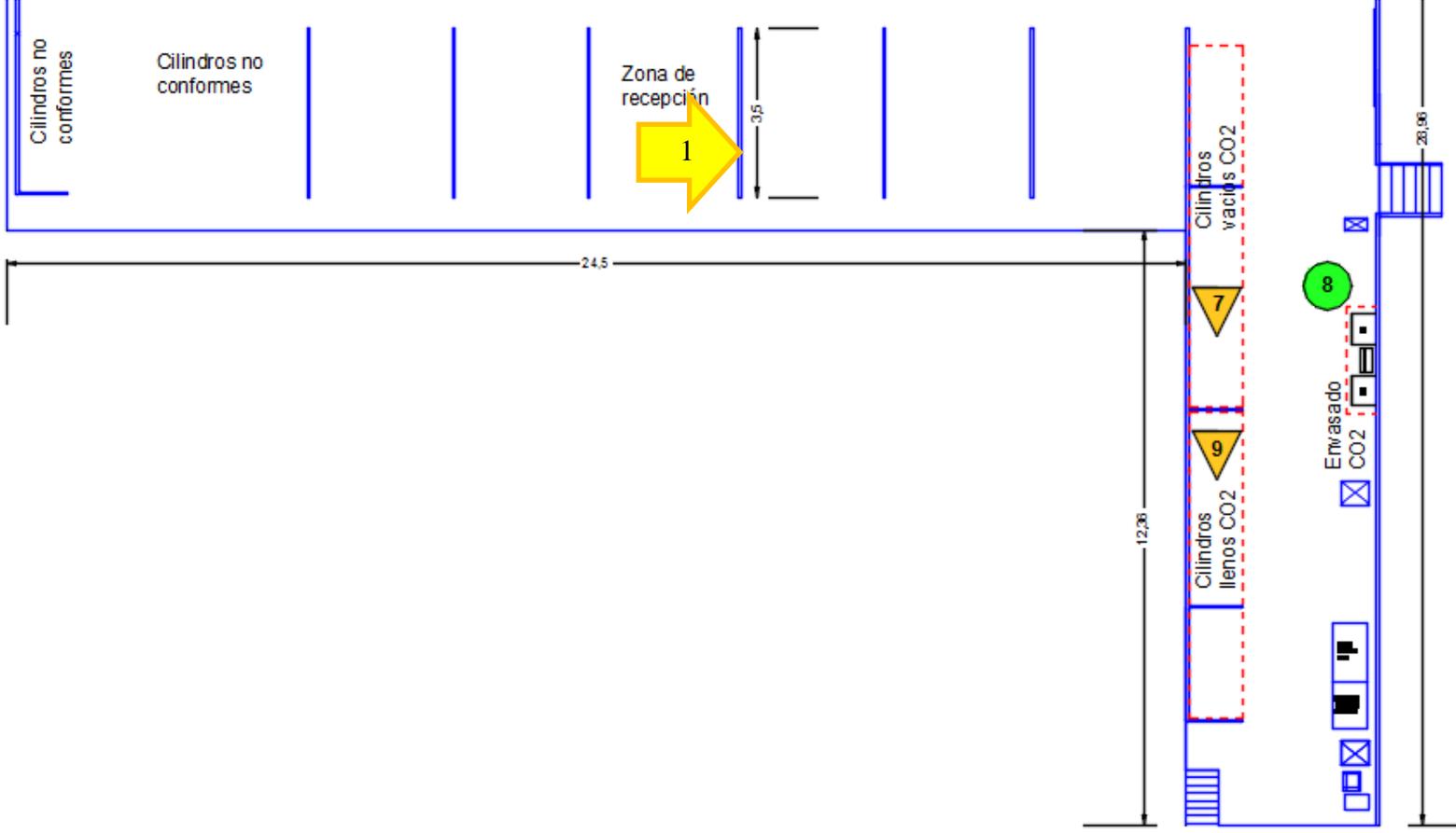
Figura 5.14.

Disposición práctica del área industrial (en metros)



(Continúa)

(Continuación)

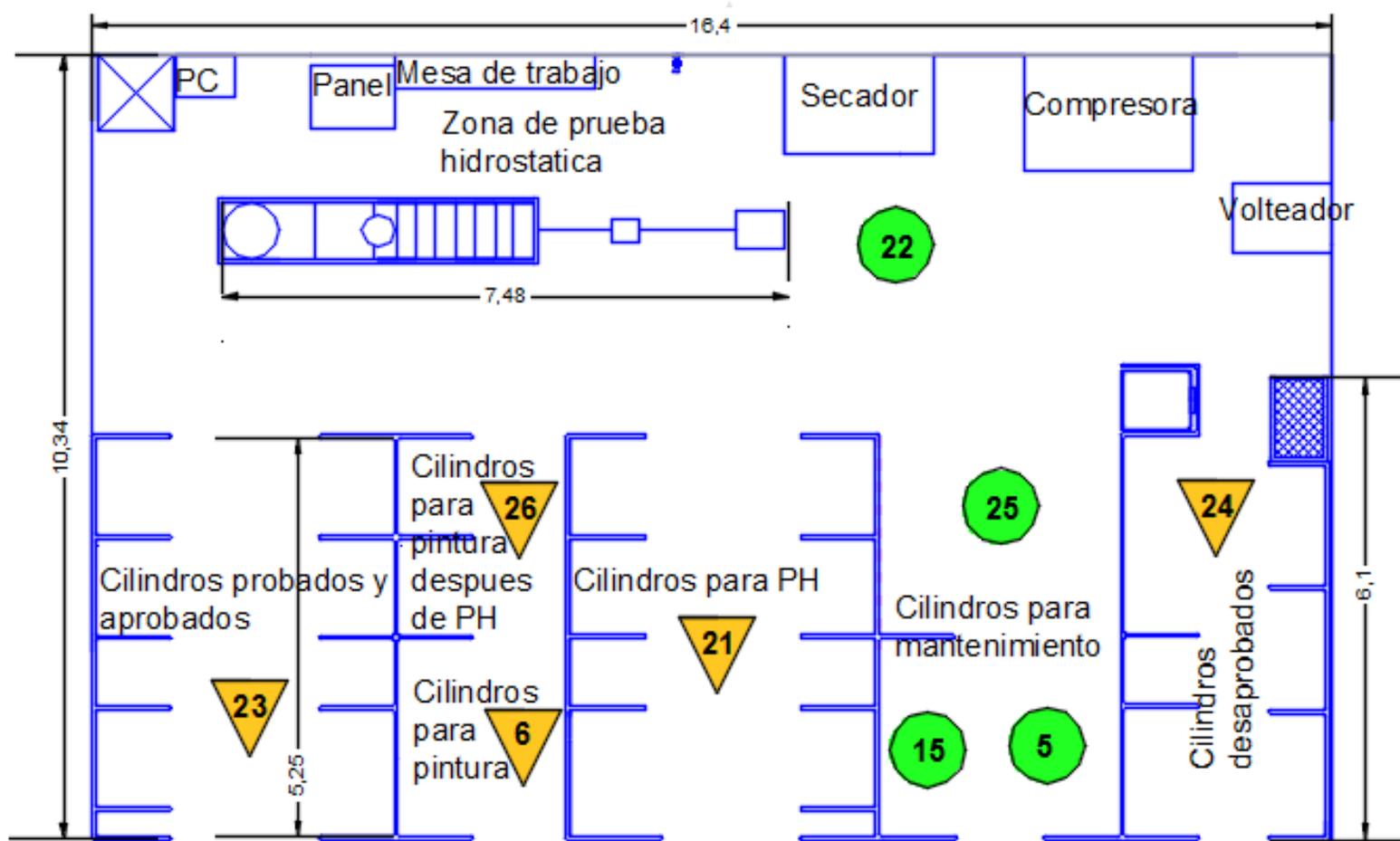


SCIENTIA ET PRAXIS

Elaboración propia

Figura 5.15.

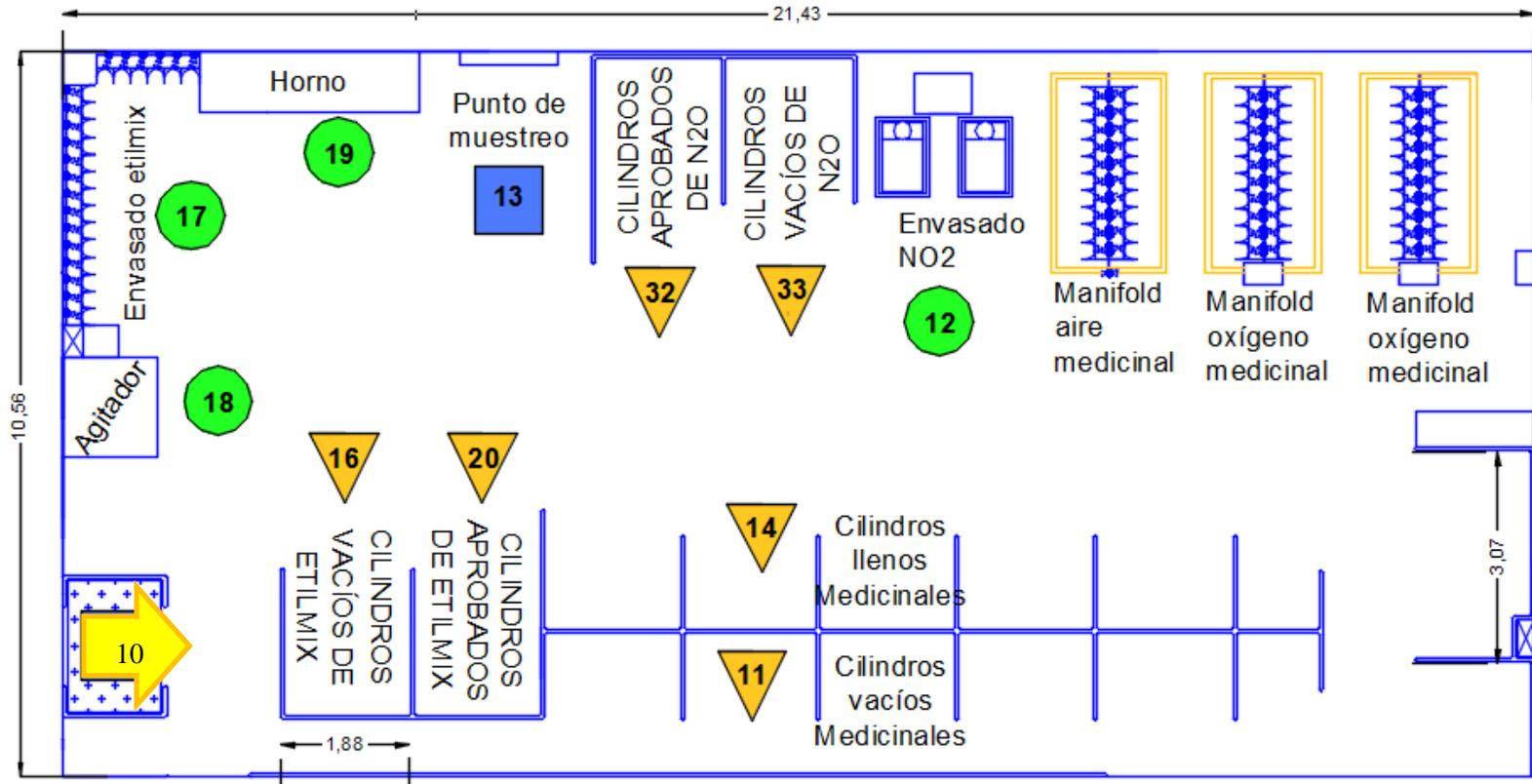
Disposición práctica del área de PH (en metros)



Elaboración propia

Figura 5.16.

Disposición práctica del área medicinal (en metros)



Elaboración propia

Una vez obtenida la disposición de las áreas de cada zona en estudio se pasa a analizar el mejor lugar de cada zona en el área de operaciones. En base a los resultados se obtendrán las tres alternativas.

Tabla relacional y Diagrama relacional

En base a la tabla de: valor de proximidad (tabla 5.13), simbología de la actividad (tabla 5.17) y simbología de proximidad (tabla 5.18) anteriormente descritas, además se utilizará la tabla de motivos (tabla 5.20) para poder realizar la tabla y el diagrama relacional. (Tabla 5.21 y figura 5.17 respectivamente).

Tabla 5.20.

Tabla de motivos

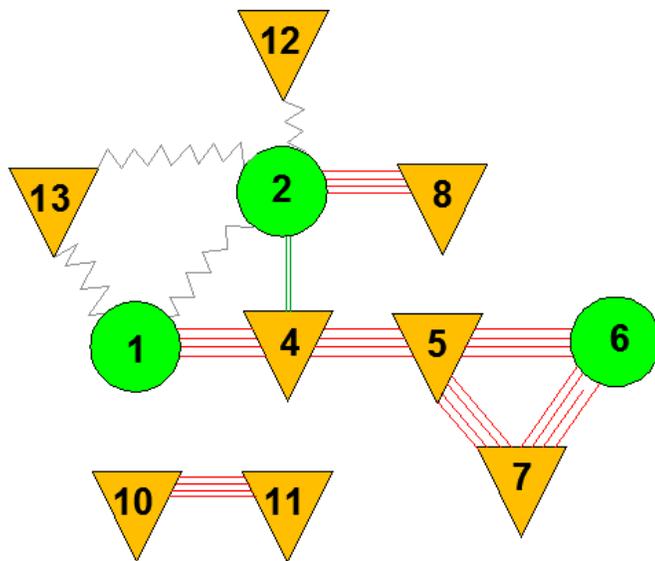
NÚMERO	MOTIVO
1	Por las buenas prácticas de manufactura (BPMS)
2	Por ser peligroso
3	Por la pérdida o diferencia de presión de los productos
4	No afecta
5	Por la necesidad

Elaboración propia

Con esta información se desarrolla el diagrama relacional:

Figura 5.17.

Diagrama relacional



Elaboración propia

Diagrama relacional de espacios

En base a las medidas de cada zona (tabla 5.22.) se realiza el diagrama relacional de espacios (figura 5.17.) para tener una mejor visión de la posible ubicación de cada una.

Tabla 5.22.

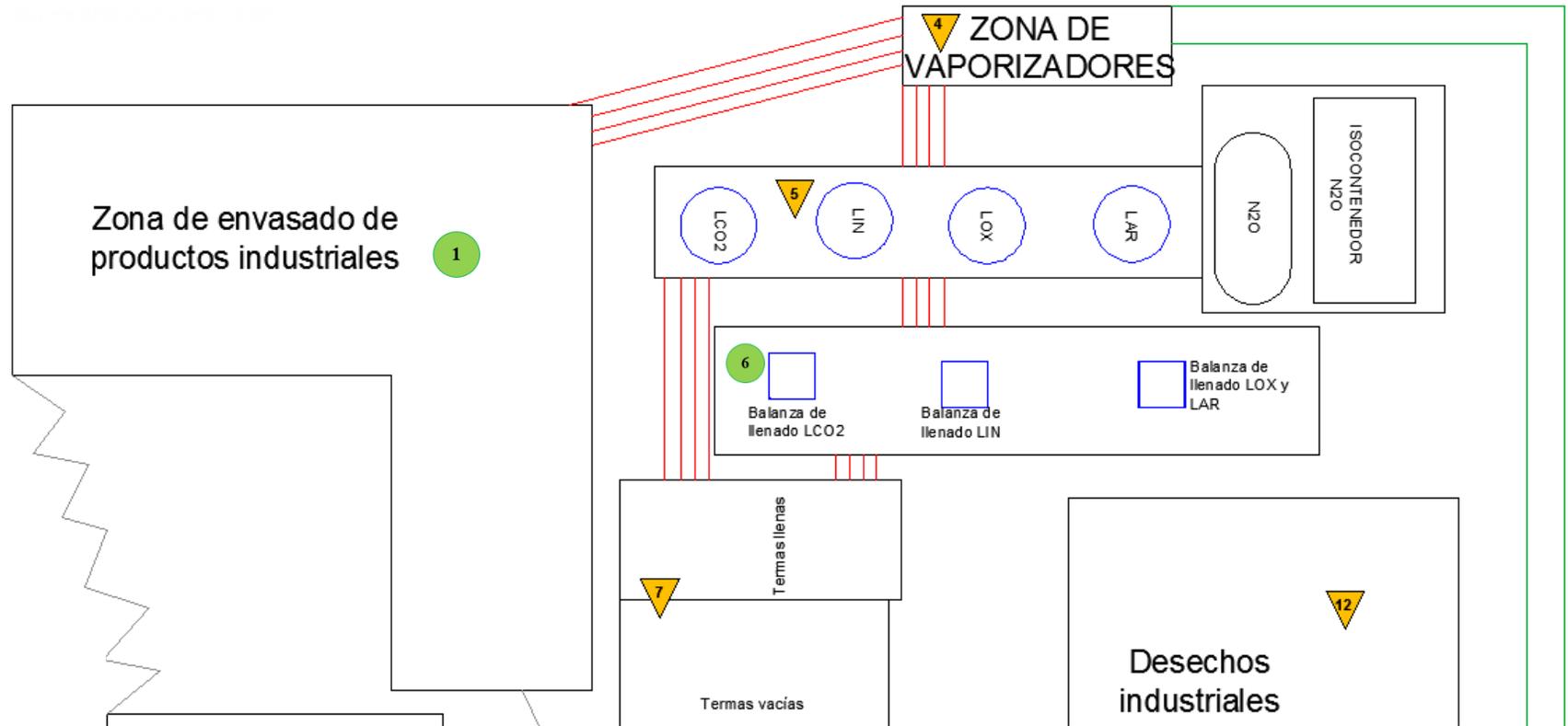
Medidas de cada zona

SÍMBOLOS	ACTIVIDADES	ÁREAS EN m ²
	Zona de envasado de productos industriales	153.391
	Zona de envasado de productos medicinales	226.3008
	Prueba hidrostática	169.904
	Vaporizadores	14.91
	Tanques verticales estacionarios	81.011
	Llenado de termas	54.5259
	Termas vacías y llenas	84.944
	Cilindros patrón	66.198
	Talleres	78.884
	Almacén	130.3136
	Almacén central	203.4412
	Desechos industriales	102
	Almacén de acetileno	69.5304

Elaboración propia

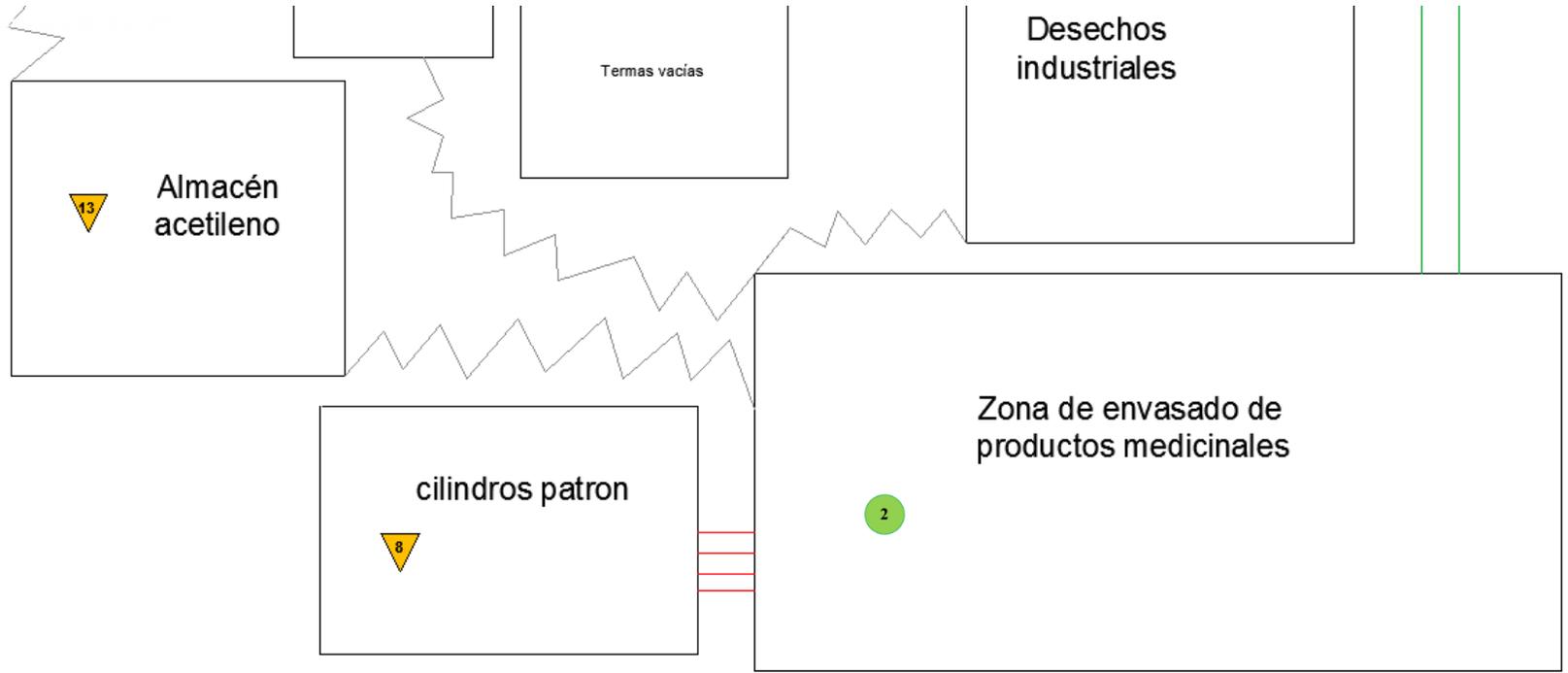
Figura 5.18.

Diagrama relacional de espacios



(Continúa)

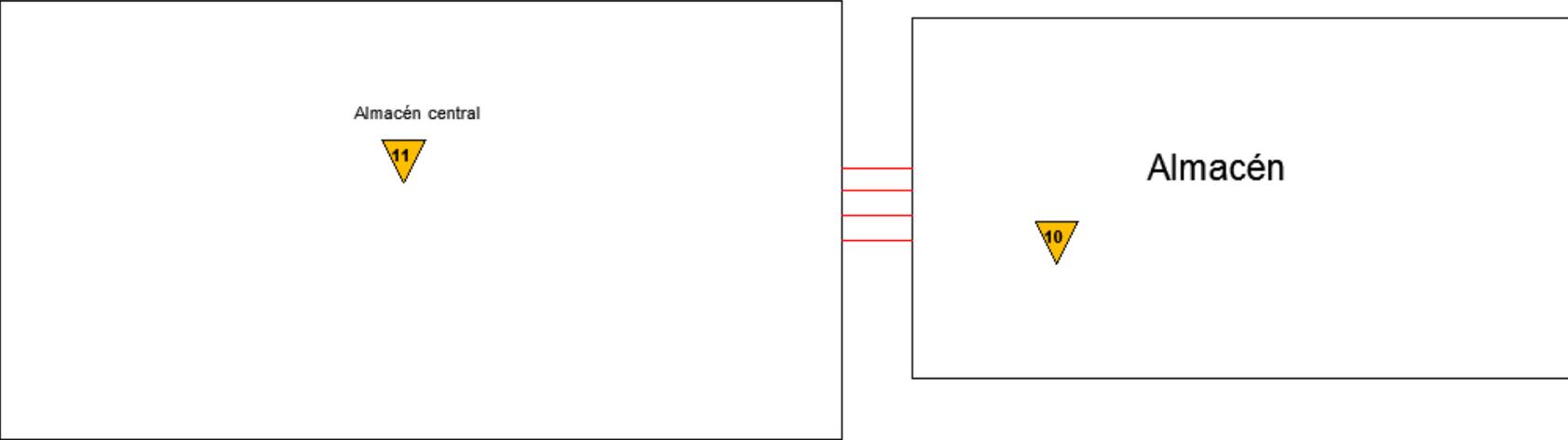
(Continuación)



(Continúa)



(Continuación)



Elaboración propia



Disposición práctica

En base a los análisis realizados previamente, tanto de las áreas como de las zonas, se presentarán las tres alternativas.

Alternativa 1 (Figura 5.19.): En esta alternativa no se movieron las zonas, solo las áreas. Con respecto al área medicinal, se juntaron todos los productos en una sola zona de tal forma que quedara el espacio de llenado de mezclas especiales vacío y de esta manera poder almacenar los cilindros de acetileno en ese lugar. Con los cilindros de acetileno movidos, la plataforma de cilindros industriales tiene más espacio para almacenar sus productos. Si bien en esta propuesta no se invertirá mucho, tampoco da opción a crecimiento en un futuro, y que los estacionamientos y el almacén siguen bloqueando rutas.

Alternativa 2 (Figura 5.20.): En esta alternativa se movieron las zonas para tener espacio de crecimiento en un futuro y se eliminaron los estacionamientos. Se alargó la plataforma industrial seis metros lo cual permite que haya más espacio para cilindros industriales y de acetileno. La zona medicinal abarca todos sus productos, la idea es que los cilindros se encuentren cerca al punto de muestreo.

Alternativa 3 (Figura 5.21.): Debido a que la prueba hidrostática no es el proceso fundamental de la empresa se eliminó, dejando más espacio de crecimiento y de movilidad.

5.1.9. Alternativas

A continuación se pueden ver las tres posibles alternativas de mejora de disposición de planta, en base a los siguientes layout se determinara la mejor. Las medidas son en metros.



Figura 5.19

Alternativa 1

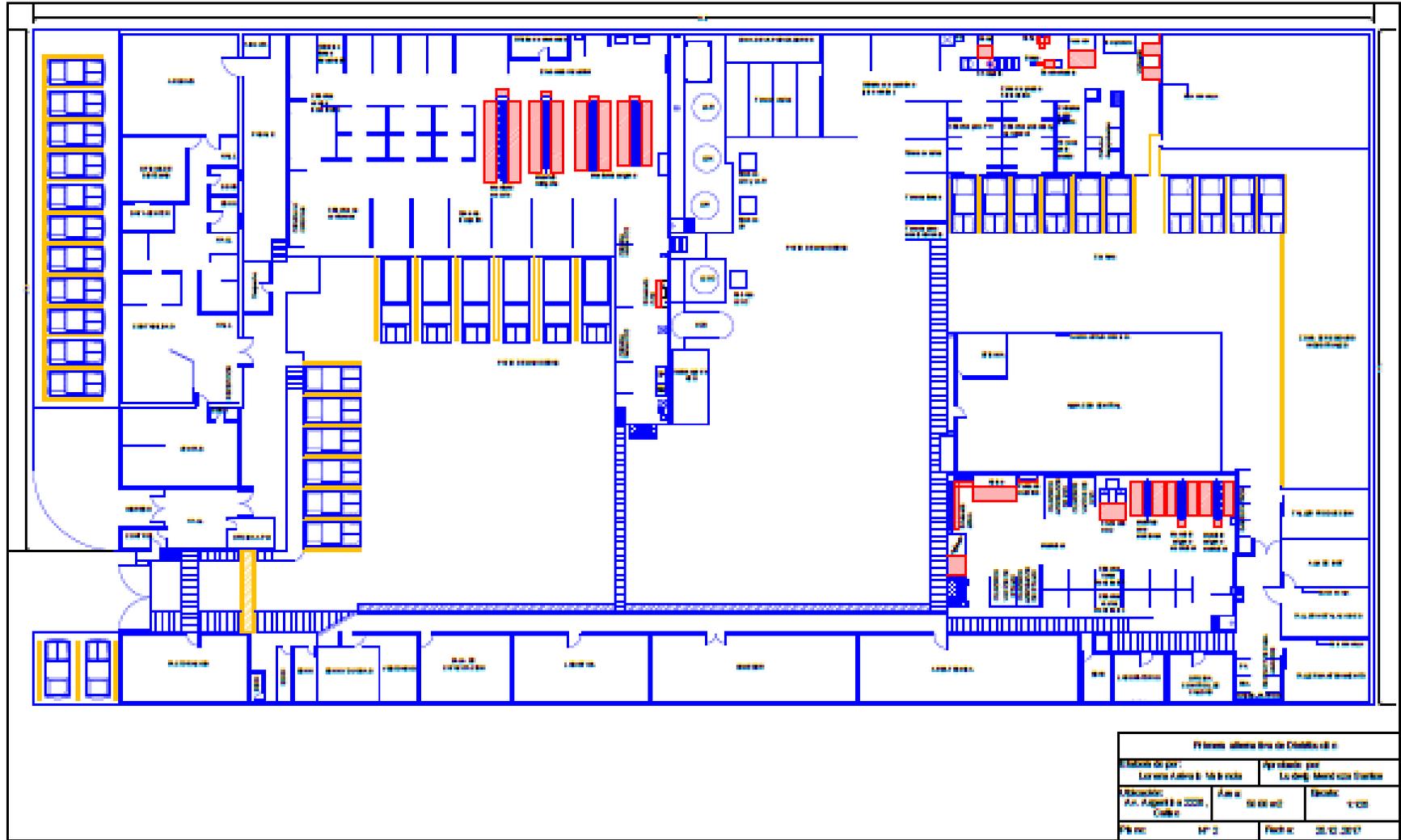
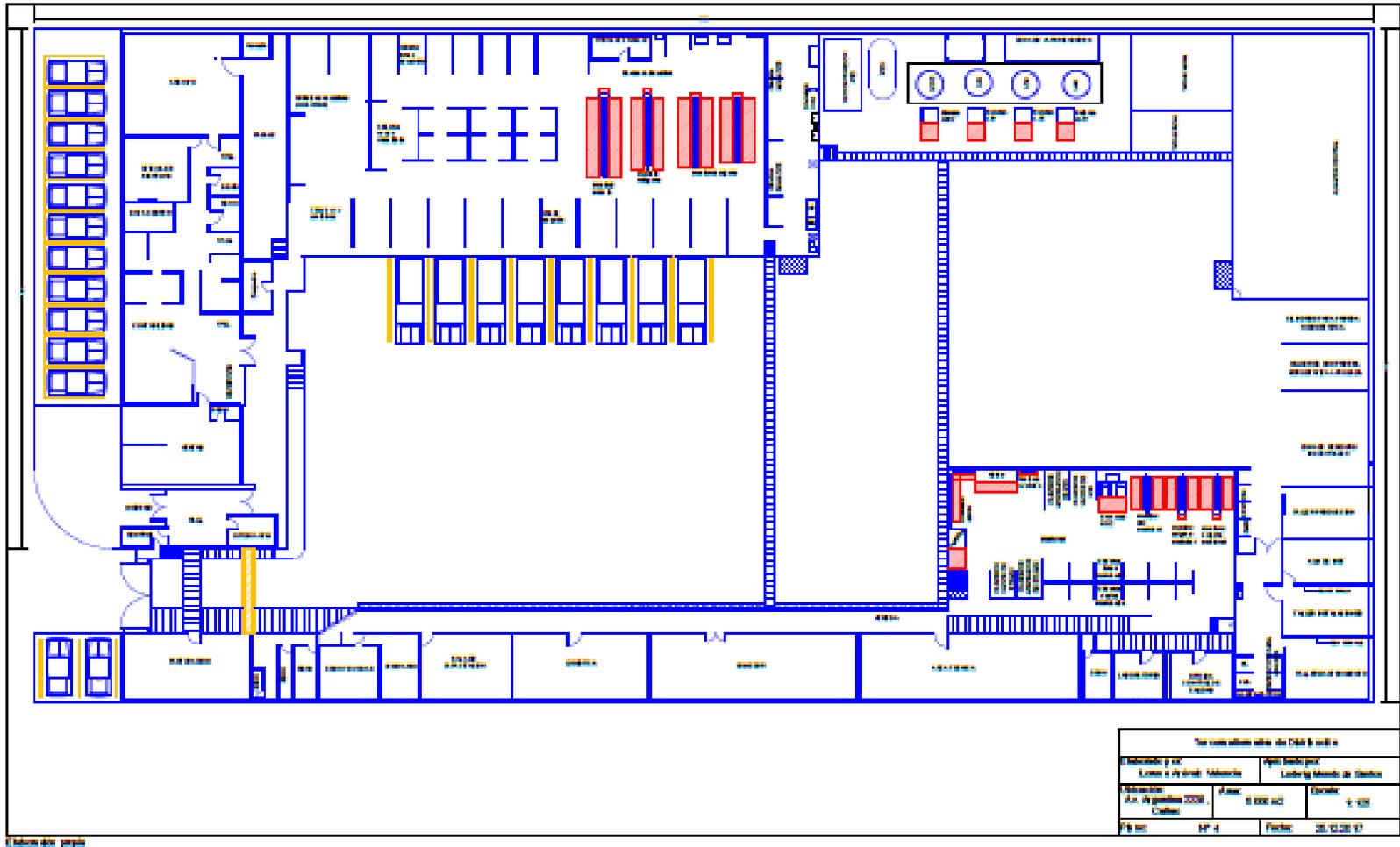


Figura 5.21

Alternativa 3



5.1.10. Distribución de detalle

En base a la distribución general de las instalaciones de la empresa, se realizará un estudio detallado del ordenamiento físico, para esto, se usará la metodología del análisis matricial, donde se analizará la distribución en función de las cantidades a transportar y las distancias por recorrer. Para esto se necesita la matriz volumen, la matriz distancia y la matriz esfuerzo.

En la tabla 5.23 se podrá ver la secuencia de cada producto junto con la producción de cada línea y el peso que el operario soporta al inclinar el cilindro para transportarlo, en la tabla 5.24 se detalla la representación de cada letra. Con esta información se pasará a realizar tanto el análisis matricial de la situación actual como de cada propuesta.

Tabla 5.23.

Características de cada producto a analizar

PRODUCTO	SECUENCIA	CANTIDAD (cilindro)	PESO (kg)	CANTIDAD POR TRANSPORTAR (kg)
INDUSTRIALES	A-C-E-H	330	10	3300
MEDICINALES	B-D-F-J-K-I	120	10	1200
TERMAS	O-P-Q	3	20	60
CO2	A-C-G-H	2	15	30
ETILMIX	T-U-J-K-V	2	15	30
INDUSTRIALES CON PH	A-C-M-S-N-E-H	7	10	70
MEDICINALES CON PH	B-D-M-S-N-F-J-K-I	5	10	50
CO2 CON PH	A-C-M-S-N-G-H	6	15	90
ETILMIX CON PH	T-M-S-N-U-J-K-V	2	15	30

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Elaboración propia

Tabla 5.24.

Representación de cada letra

ZONA	LETRA
RECEPCIÓN DE CILINDROS IND	A
RECEPCIÓN DE CILINDROS MED	B
ÁREA DE CILINDROS VACÍOS IND	C
ÁREA CILINDROS VACÍOS MED	D
ÁREA DE MANIFOLDS IND	E
ÁREA DE MANIFOLDS MED	F
ÁREA DE MANIFOLD DE CO2	G
CILINDROS LLENOS IND	H
CILINDROS LLENOS MED	I
CILINDROS PARA ANÁLISIS	J
CILINDROS APROBADOS	K
CILINDROS PARA PH	M
ÁREA DE PH	S
CILINDROS CON PH APROBADA	N
ÁREA DE TERMAS VACÍAS	O
ÁREA DE LLENADO DE TERMAS	P
TERMAS LLENAS	Q
ÁREA DE CILINDROS DE ETILMIX VACÍOS	T
ÁREA DE LLENADO DE ETILMIX	U
ÁREA DE CILINDROS DE ETILMIX LLENOS	V

Elaboración propia

Tabla 5.25.

Matriz volumen (matriz carga)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	S	T	U	V	
A			3490																		
B				1250																	
C					3300		30					160									
D						1200						50									
E							3370														
F										1250											
G																					
H																					
I																					
J																					
K																					
M																					
N																					
O																					
P																					
Q																					
S																					
T																					
U																					
V																					

Elaboración propia

Tabla 5.26.

Matriz distancia de la situación actual

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	S	T	U	V	
A			5																		
B				10																	
C					11		2					38									
D						10						47									
E							15														
F										6											
G																					
H																					
I																					
J																					
K																					
M																					
N																					
O																					
P																					
Q																					
S																					
T																					
U																					
V																					

Elaboración propia

Tabla 5.27.

Matriz producto (matriz esfuerzo) de la situación actual

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	S	T	U	V	
A			17450																		
B				12500																	
C					36300	60						6080									
D						12000						2350									
E							50550														
F								7500													
G									720												
H																					
I																					
J																					
K																					
M																					
N																					
O																					
P																					
Q																					
S																					
T																					
U																					
V																					

Elaboración propia

Tabla 5.28.

Matriz distancia de la primera alternativa

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	S	T	U	V	
A			6																		
B				13																	
C					13	2						46									
D						8						72									
E							14														
F								12													
G									3												
H																					
I																					
J																					
K																					
M																					
N																					
O																					
P																					
Q																					
S																					
T																					
U																					
V																					

Elaboración propia

Tabla 5.29.

Matriz producto (matriz esfuerzo) de la primera alternativa

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	S	T	U	V	
A																					
B			20940																		
C				16250																	
D					42900		60						7360								
E						9600							3600								
F							47180														
G								360		15000											
H																					
I																					
J																					
K																					
M										8750											
N																					
O						3360	2250	3870													
P																					
Q																1080					
S																					
T																					
U																					
V																					

Elaboración propia

Tabla 5.30.

Matriz distancia de la segunda alternativa

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	S	T	U	V	
A																					
B			5																		
C				12																	
D					11		2						39								
E						11							38								
F							15														
G								6		14											
H									6												
I																					
J																					
K																					
M																					
N																					
O																					
P																					
Q																					
S																					
T																					
U																					
V																					

Elaboración propia

Tabla 5.31.

Matriz producto (matriz esfuerzo) de la segunda alternativa

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	S	T	U	V	
A																					
B			17450																		
C				15000																	
D					36300		60						6240								
E						13200							1900								
F							50550														
G								720													
H									17500												
I										12500											
J																					
K																					420
M																					
N																					
O						2800	1850	3510													780
P																					
Q																120					
S																	300				
T																					
U																					
V																					

Elaboración propia

Tabla 5.32.

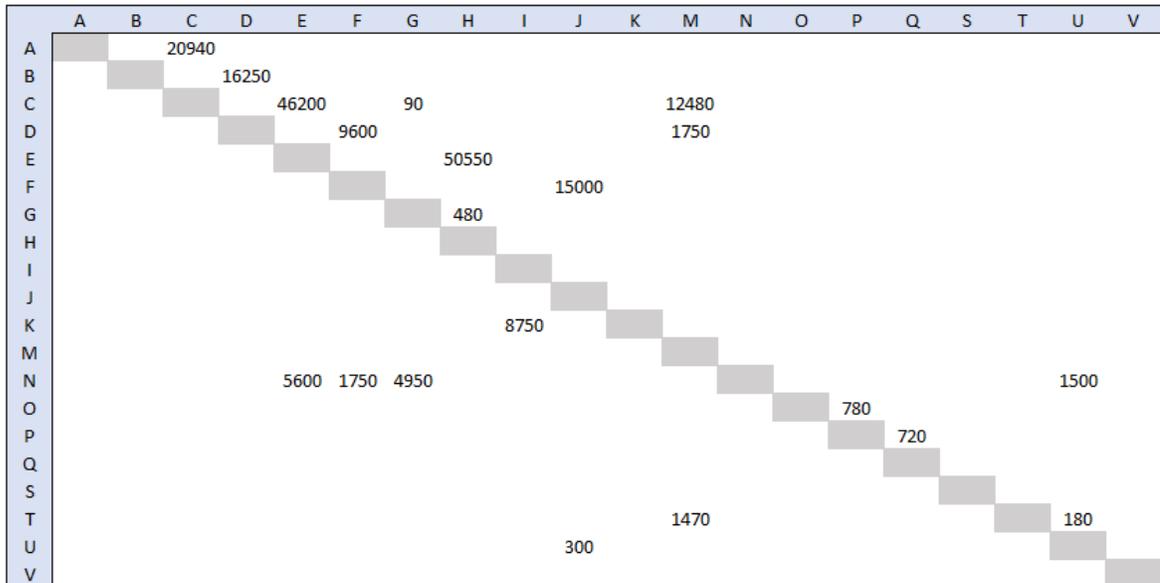
Matriz distancia de la tercera alternativa

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	S	T	U	V	
A																					
B			6																		
C				13																	
D					14		3														
E						8															
F							15														
G								4													
H									12												
I										7											
J																					
K																					
M																					
N																					
O						80	35	55													50
P																					
Q																					
S																					
T																					
U																					
V																					

Elaboración propia

Tabla 5.33.

Matriz producto (matriz esfuerzo) de la tercera alternativa



Elaboración propia

Tabla 5.34.

Resumen de las matrices esfuerzo

P1	Producción 2016	1,063,832.00	
P2	Producción 2017	1,092,338.00	
	SITUACIÓN	ESFUERZO	VARIACIÓN
R1	ACTUAL	207,555.20	-
R2	PRIMERA ALTERNATIVA	208,075.20	2.4%
R2	SEGUNDA ALTERNATIVA	204,405.20	4.3%
R2	TERCERA ALTERNATIVA	218,465.20	-2.4%

$$\frac{P2}{R2} - \frac{P1}{R1}$$

$$\frac{P1}{R1}$$

Elaboración propia

Según la tabla 5.34, la alternativa con una variación de esfuerzo favorable es la segunda, ya que a menor distancia recorrida mayor tiempo para producción.

5.1.11. Evaluación de las alternativas

Para poder elegir la mejor alternativa de distribución de planta, se deberá evaluar en forma objetiva cada una de ellas. Se analizará cada propuesta usando un método cualitativo con la ayuda de la tabla de relación de ventajas y desventajas (tabla 5.23), del cual se puede concluir que la mejor alternativa es la número dos.



Tabla 5.35.

Evaluación de las alternativas

PREGUNTAS	ALTERNATIVAS			
	1	2	3	
¿Evitará accidentes?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
¿Reducirá costos a largo plazo?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
¿Mejorará el orden y la limpieza?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
¿Aumentará la producción?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
¿Dejará espacio útil libre?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
¿Mejorará la productividad?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
¿Disminuirá el mantenimiento?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
¿Disminuirán los recorridos?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
¿Permitirá un mejor control de calidad?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
¿Es económico?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
¿Es más eficiente?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
¿Se contará con mayor cantidad de personal?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
¿Permitirá cambios futuros?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
¿Facilitará las actividades de acarreo de materiales?	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 9 <input checked="" type="radio"/> 3	2 18 12	1 -2 6 12 28	5 -10 4 8 20
CALIFICACION	26	38	18	
	<input checked="" type="radio"/> Ventaja total <input checked="" type="radio"/> Ventaja parcial <input type="radio"/> Desventaja No se puede definir	(valor 4) (valor 2) (valor -2) (valor 0)		

Elaboración propia

5.2. Planificación de la implementación de solución

5.2.1. Determinación de objetivos y metas

Metas:

- Llevar a cabo el proyecto dentro del tiempo estimado.
- El recupero de la inversión en 10 años.
- Mejorar la capacidad de almacenaje.
- La inversión de la empresa vaya de acuerdo con lo calculado.

Objetivos:

- Mantener los periodos del Gantt 100%.
- Contar con una supervisión permanente para evitar retraso en las actividades.
- Lograr un TIR mayor al 15% a 10 años.
- Maximizar la capacidad de almacenajes de los envases tanto para estado líquido como para los de estado gaseoso.
- Optimizar el tiempo de envasado.
- Mantener el monto de inversión a menos de un millón de nuevos soles.

5.2.2. Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución.

La cotización de los trabajos a realizar se detalla por zona, todas las cotizaciones de Montacarga, Codipisa; Matival y Precisión se resumen a continuación en la tabla 6.1, llegando a un monto de S/ 902,624.13:

Tabla 5.36.

Presupuesto estimado

PRESUPUESTO ESTIMADO - PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN ZONA DE OPERACIONES - ESTACIÓN MESSER CALLAO.						
AREA DE TANQUES Y TERMAS		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (soles)	COSTO TOTAL (soles)	SUBTOTAL (soles)
1	Habilitación de nueva loza, incluye materiales y disposición	m2	65.08	300.00	19,524.00	
2	Alquiler de grua de 30 tonm., izaje de taques.	h.	15.00	380.00	5,700.00	
3	Resane de loza existente, zona tanques	m2	82.80	250.00	20,700.25	
4	Reestablecer loza existente, zona de balanzas	m2	4.20	320.00	1,344.00	
5	Preparar plataforma nueva para balanzas	m2	4.20	280.00	1,176.00	
6	Reubicación de balanzas	Und.	3.00	150.00	450.00	
7	Servicio de instalación de balanzas	Und.	3.00	50.00	150.00	
8	Preparación de piso - nueva ubicación de tanques	m2	144.98	300.00	43,493.28	
9	Instalación de redes de tuberías en general	serv.	1.00	3,500.00	3,500.00	
10	Pintado de señalizaciones en plataformas, incluye materiales y equipo	serv.	1.00	2,000.00	2,000.00	
11	Materiales para redes en general	serv.	1.00	5,500.00	5,500.00	
12	Retiro de redes e instalaciones existentes	serv.	1.00	2,000.00	2,000.00	105,537.53

(Continúa)

(Continuación)

PLATAFORMA INDUSTRIAL		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (soles)	COSTO TOTAL (soles)	SUBTOTAL (soles)
1	Construcción de plataforma nueva de CO2	m2	66.40	300.00	19,920.00	
2	Reubicar tuberías - envasado de CO2	serv.	1.00	2,850.00	2,850.00	
3	Retiro de plataforma para CO2	m2	48.82	300.00	14,646.60	
4	Resane, nivelación y puido de piso de platadorma - CO2	m2	48.82	250.00	12,205.50	
5	Resane, nivelación y puido de piso de platadorma general	m2	538.67	250.00	134,667.50	
6	Instalación de redes para envasar CO2	serv.	1.00	2,000.00	2,000.00	
7	Retiro de plataforma hidraulica	serv.	1.00	150.00	150.00	
8	Reestablecer loza del espacio de la plataforma hidraulica	m2	2.43	250.00	607.50	
9	Habilitar nuevo espacio de la plataforma hidraulica	m2	2.43	320.00	777.60	
10	Instalación de plataforma hidraulica	serv.	1.00	150.00	150.00	
11	Reubicar barandas para sujeción de cilindros, acorde a nueva disposicion	serv.	1.00	1,500.00	1,500.00	
12	Pintado de señalizaciones en plataformas, incluye materiales y equipo	serv.	1.00	3,500.00	3,500.00	
13	Fabricación de carretilla para traslado de envases - temas	Und.	5.00	220.00	1,100.00	
14	Fabricación de carretilla para traslado de envases - cilindros	Und.	2.00	150.00	300.00	
15	Materiales para redes en general	serv.	1.00	4,000.00	4,000.00	
16	Servicio de montacarga	h.	20.00	120.00	2,400.00	200,774.70

PLATAFORMA MEDICINAL Y TALLERES		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (soles)	COSTO TOTAL (soles)	SUBTOTAL (soles)
1	Reubicar instalaciones existentes	serv.	1.00	1,900.00	1,900.00	
2	Delimitar área medicinal de la industrial /muro divisorio a 1.20m	serv.	1.00	3,500.00	3,500.00	
3	Reubicar area de talleres en general	serv.	1.00	2,500.00	2,500.00	
4	Habilitación de pisos en general	m2	280.95	250.00	70,237.50	
5	Traslado de instalaciones medicinales existentes.	serv.	1.00	2,500.00	2,500.00	
6	Pintado de señalizaciones en plataformas, incluye materiales y equipo	serv.	1.00	2,500.00	2,500.00	
7	Fabricación de carretilla para traslado de envases - cilindros	Und.	4.00	150.00	600.00	
8	Materiales para redes en general	serv.	1.00	2,500.00	2,500.00	
9	Habilitación de pisos zona de talleres	m2	77.37	250.00	19,342.50	
10	Rehabilitación de anaqueles y otros en talleres	serv.	1.00	1,200.00	1,200.00	
11	Servicio de montacarga	h.	8.00	120.00	960.00	107,740.00

(Continúa)

(Continuación)

ALMACENES		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (soles)	COSTO TOTAL (soles)	SUBTOTAL (soles)
1	Reubicar instalaciones del almacen central	serv.	1.00	1,300.00	1,300.00	
2	Habilitar plataforma de piso para almacen central	m2	203.44	250.00	50,860.00	
3	Retiro de rejas del almacen "jaula"	serv.	1.00	950.00	950.00	
4	Retirar las instalaciones del almacen "jaula"	serv.	1.00	1,000.00	1,000.00	
5	Construcción del nuevo almacen, a todo costo.	m2	203.44	950.00	193,268.00	
6	Construir del segundo nivel del almacen	m2	150.00	740.00	111,000.00	
7	Rehabilitación de loza para plataforma hidraulica	m2	2.43	150.00	364.50	
8	Instalar plataforma hidraulica	serv.	1.00	150.00	150.00	
9	Servicio de montacarga	h.	10.00	120.00	1,200.00	
10	Pintado de señalizaciones en plataformas, incluye materiales y equipo	serv.	1.00	1,000.00	1,000.00	361,092.50
PRUEBA HIDROSTATICA		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (soles)	COSTO TOTAL (soles)	SUBTOTAL (soles)
1	Reubicar instalaciones existentes	serv.	1.00	1,200.00	1,200.00	
2	Reestablecer loza	m2	163.47	320.00	52,310.40	
3	Servicio de grua, movimiento de equipos de PH.	h.	2.00	380.00	760.00	
4	Servicio de montacarga	h.	2.00	120.00	240.00	
5	Instalacion de equipos	serv.	1.00	2,000.00	2,000.00	
6	Habilitación de nueva loza	m2	163.47	300.00	49,041.00	
7	Pintado de señalizaciones en plataformas, incluye materiales y equipo	serv.	1.00	650.00	650.00	
8	Fabricación de carretilla para traslado de envases - cilindros	Und.	2.00	150.00	300.00	106,501.40
EVAPORADORES		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (soles)	COSTO TOTAL (soles)	SUBTOTAL (soles)
1	Reestablecer loza	m2	14.91	350.00	5,218.50	
2	Construccion de tina de evaporadores	m2	14.91	450.00	6,709.50	
3	Servicio de desmontaje y montaje de evaporadores	serv.	1.00	950.00	950.00	
4	Servicio de instalación de evaporadores, incluye materiales y equipos.	serv.	1.00	1,200.00	1,200.00	
5	Servicio de grua - traslado y reubicación de evaporadores	serv.	5.00	380.00	1,900.00	15,978.00
PATIO DE MANIOBRAS		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (soles)	COSTO TOTAL (soles)	SUBTOTAL (soles)
1	Pintado de señalizaciones	serv.	1.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
TOTAL INVERSION EN ACTIVOS FIJOS (SOLES)						S/ 902,624.13

Elaboración propia

5.2.3. Cronograma de implementación de la solución

El proyecto de implementación de la nueva disposición de planta será ejecutado en un año y cuatro meses aproximadamente, considerando que la planta tendrá pocas paradas.

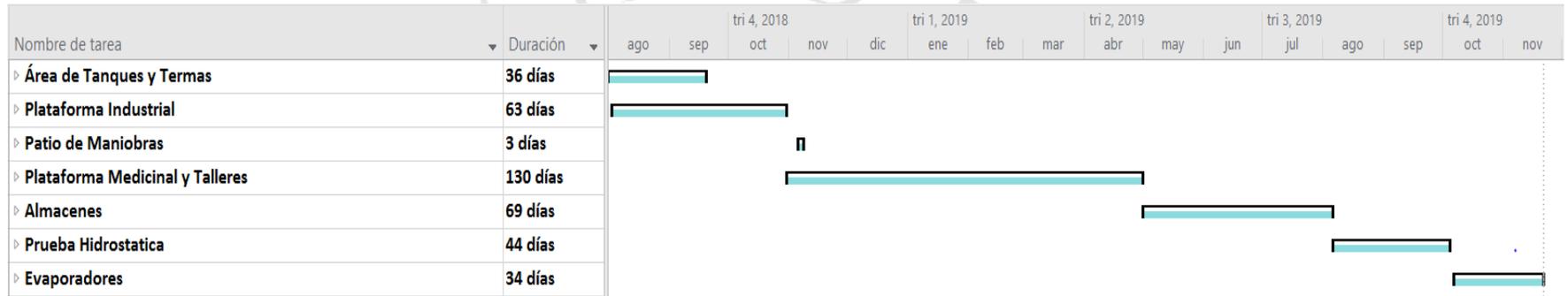
Con la implementación de la nueva disposición de planta, seleccionada anteriormente, se mejorarán las siguientes áreas:

- Área de tanques y termas
- Área de plataforma industrial
- Patio de maniobras
- Plataforma medicinal y talleres
- Almacenes
- Prueba hidrostática
- Zona de evaporadores.

El cronograma general de actividades para el proyecto se muestra en la figura 5.22 y el más específico en la figura 5.23, los cuales se muestran a continuación:

Figura 5.22.

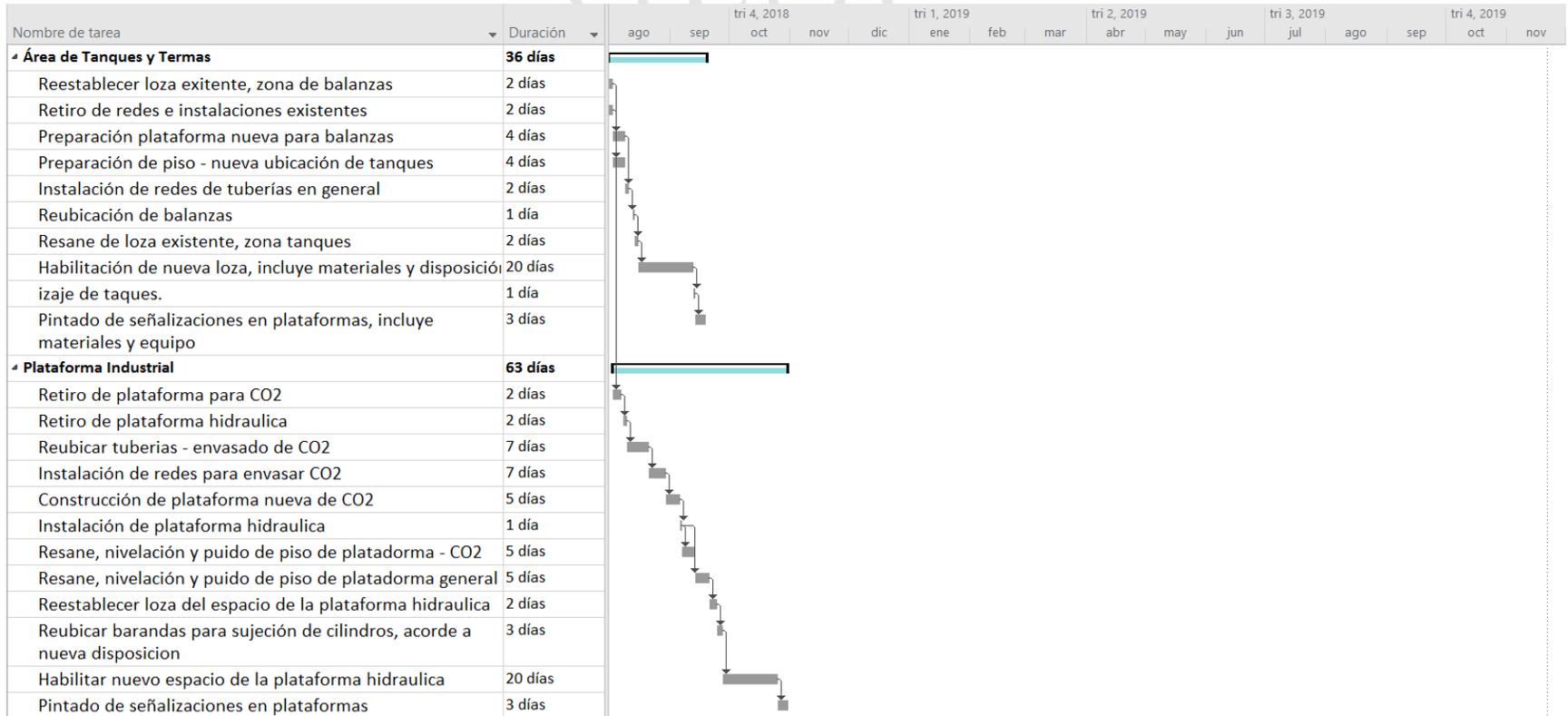
Cronograma general de implementación del proyecto



Elaboración propia

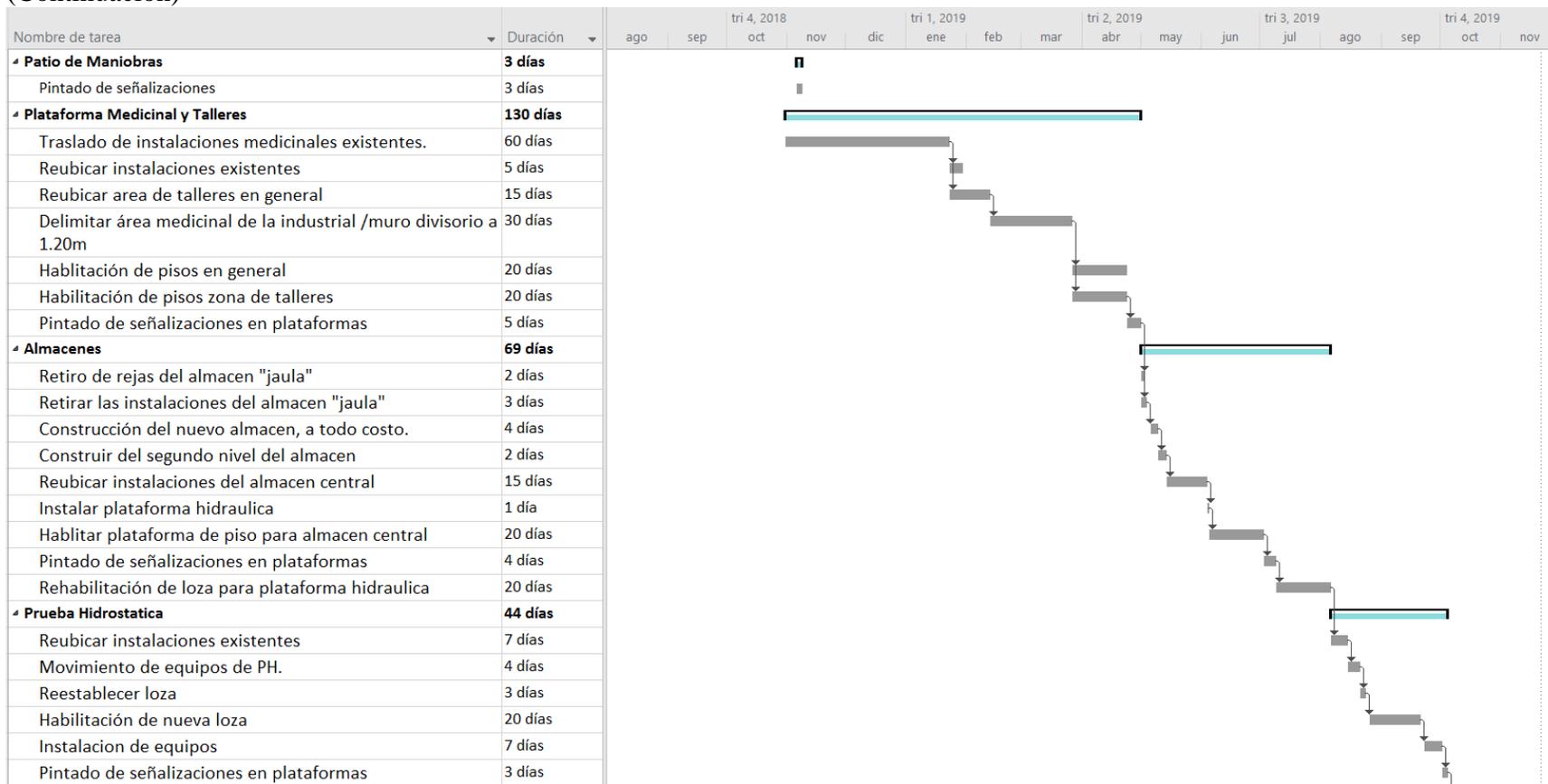
Figura 5.23.

Cronograma específico de Diagrama relacional de espacios del área de prueba hidrostática implementación del proyecto



(Continúa)

(Continuación)



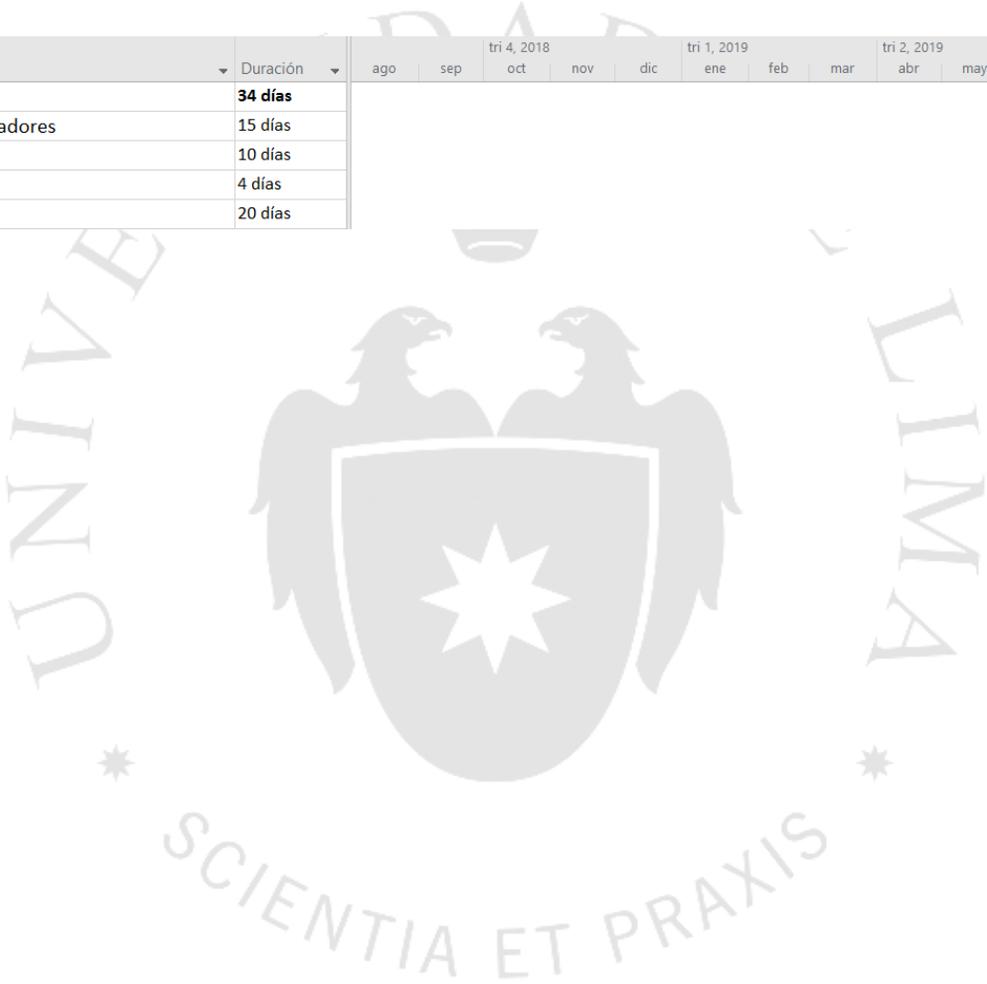
(Continúa)

SCIENTIA ET PRAXIS

(Continuación)

Nombre de tarea	Duración	tri 4, 2018		tri 1, 2019			tri 2, 2019			tri 3, 2019			tri 4, 2019				
		ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov
Evaporadores	34 días																
Construccion de tina de evaporadores	15 días																
Desmontaje de Evaporadores	10 días																
Reestablecer loza	4 días																
Instalación de evaporadores	20 días																

Elaboración propia



CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN Y BENEFICIOS ESPERADOS

6.1. Determinación de escenarios que afectarían la solución

Los escenarios que afectarían la implementación de la solución a la empresa en estudio serían:

- Mala planificación de la producción: Para implementar esta mejora, se va a necesitar que pare la producción ya que las obras impedirían el traslado de los envases, si no se abastecen de producto en los meses previos a la modificación, no se podrá poner en marcha el proyecto.
- Cambio de administración: La propuesta realizada se ha hecho con la ayuda de la administración actual por la necesidad presentada, si hay un cambio en la administración, existe el riesgo de tener que volver a evaluar los problemas desde este nuevo punto de vista o postergarlo hasta que se vea la necesidad.
- Disminución de la demanda: Si la demanda disminuye, entonces ya no existiría el problema de falta de espacio, se produciría menos.
- Situación económica de la empresa: En el caso de que Messer Peru quiebre, la medida que ellos tomarían sería la de vender la empresa tal y como esta, inventariando todo o vendiendo el terreno.
- Coyuntura nacional: La decisión del lugar en donde se abre una sede es analizada según las circunstancias por las que pasa el país, si el Perú cae en una coyuntura no conveniente para la inversión extranjera, Messer podría cerrar su sede en Perú.
- Siniestro: Messer se encuentra en el Callao, muy cerca al puerto, en caso de que ocurra un siniestro como un maremoto, y destruya la planta, la mejor alternativa sería buscar un nuevo terreno para lo cual se tendría que hacer un nuevo estudio o en el peor de los casos la casa madre puede decidir cerrar Messer en Perú.
- Decisión interna: Las decisiones finales del rumbo que toma Messer depende

exclusivamente de ellos, si en Alemania se tomara la decisión de cerrar la sede Perú, este proyecto no se podría realizar.

6.2.Evaluación económica financiera

El total de la inversión para este proyecto de mejora de disposición del área de envasado lo desembolsará la empresa privada Messer Gases del Perú S.A, representada por su directorio, el cual determina que el periodo de recupero para el caso de activos móviles es de 5 años y para los activos fijos es de 10 años; así mismo, trabajan con un COK (Costo de Oportunidad del Capital) igual al 15%.

Para el flujo de caja se tomará en cuenta el ahorro de horas hombre para el envasado de los diferentes productos, los cuales se han prorrateado a la unidad de cilindro de 10 m³; así como, el ahorro por gasto en reparación de los cilindros que se dañaron por caídas generadas por el bloqueo de las vías y el ahorro por hora hombre diaria.

El número promedio de cilindros que se dañan en cada accidente ocasionado por el bloque de las vías es de 45 cilindros ya que uno va empujando al otro y la reparación de los mismos asciende a 148 soles (anexo 9). El número de días de descanso medico ocasionado por la caída de los cilindros en promedio es 2.5 días. En base al historial de accidentes desde el 2012 se proyectó al 2026 teniendo como tope 76 accidentes al año.

Para la multa se consideraron las infracciones: por permitir el ingreso de vehículos a la zona de estacionamiento en el aforo de vehículos (1 UIT) y por no contar con señalización de seguridad para rutas de evacuación columnas de seguridad, salidas, equipos contra incendios y primeros auxilios (0.8 UIT) donde una UIT equivale a 4150 soles.

Tabla 6.1.

Evaluación económica total en base al ahorro de horas hombre

N° AÑO	AÑO	N° operarios	cilindros anuales	cil/turno actual	cil/turno futuro	ahorro de tiempo (hr/año)	soles/HH	FLUJO DE CAJA (Cil & Termas)	FLUJO DE CAJA (PH)	FLUJO DE CAJA (Cil + Termas + PH)
INVERSIÓN								-800,497.65	-115,314.90	-915,812.55
1	2017	4	423,329.95	33,866.40	26,051.07	7,815.32	159,432.57	159,432.57	25,969.97	185,402.54
2	2018	4	447,916.13	35,833.29	27,564.07	8,269.22	168,692.11	168,692.11	27,472.16	196,164.27
3	2019	4	472,502.31	37,800.18	29,077.06	8,723.12	177,951.64	177,951.64	28,669.22	206,620.86
4	2020	5	497,088.48	39,767.08	30,590.06	9,177.02	187,211.17	187,211.17	29,866.28	217,077.45
5	2021	5	521,674.66	41,733.97	32,103.06	9,630.92	196,470.70	196,470.70	31,063.33	227,534.03
6	2022	5	546,260.84	43,700.87	33,616.05	10,084.82	205,730.24	205,730.24	32,260.39	237,990.62
7	2023	5	570,847.01	45,667.76	35,129.05	10,538.71	214,989.77	214,989.77	33,457.44	248,447.21
8	2024	5	595,433.19	47,634.66	36,642.04	10,992.61	224,249.30	224,249.30	34,654.50	258,903.80
9	2025	5	620,019.37	49,601.55	38,155.04	11,446.51	233,508.83	233,508.83	35,851.55	269,360.39
10	2026	6	644,605.55	51,568.44	39,668.03	11,900.41	242,768.37	242,768.37	37,048.61	279,816.97
									TIR	19.92%

Elaboración propia

Tabla 6.2.

Evaluación económica total del proyecto

AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo por días de descanso médico		19,500.00	5,000.00	2,500.00	-	-	-	-	-	-	-
Costo en gastos de reparación por accidentes		259,740.00	66,600.00	33,300.00	-	-	-	-	-	-	-
Inversión	902,624.13										
Número de accidentes	36.00	39.00	10.00	5.00							
Número de días de descanso médico por accidentes ocasionados por bloqueo de vías en el area de envasado esperado	90	98	25	13	-	-	-	-	-	-	-
COSTO TOTAL	902,624.13	279,240.00	71,600.00	35,800.00	-	-	-	-	-	-	-
Ahorro de tiempo de envasado	-	185,402.54	196,164.27	206,620.86	217,077.45	227,534.03	237,990.62	248,447.21	258,903.80	269,360.39	279,816.97
Ahorro días de descanso médico		19,600.00	22,600.00	25,000.00	27,600.00	30,600.00	33,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00
Ahorro en gastos de reparación por accidente		259,740.00	299,700.00	333,000.00	366,300.00	406,260.00	439,560.00	479,520.00	479,520.00	479,520.00	479,520.00
Número de accidentes		39	45	50	55	61	66	72	72	72	72
Número de días de descanso médico por accidentes ocasionados por bloqueo de vías en el area de envasado proyectado		98.00	113.00	125.00	138.00	153.00	165.00	180.00	180.00	180.00	180.00
Ahorro en multas		-	4,482.00	-	-	-	-	-	-	-	-
AHORRO	-	464,742.54	522,946.27	564,620.86	610,977.45	664,394.03	710,550.62	763,967.21	774,423.80	784,880.39	795,336.97

Elaboración propia

Se obtuvo un TIR mayor al COK de 48.09% un VAN de 1,894,584.80 y un beneficio costo de 3.10 además el periodo de recupero es de 3.15 años, lo cual indica que el proyecto es rentable.

Tabla 6.3.

Ratios financieros

PERIODO	FLUJO DE CAJA	TIR	COK	VA	PAYBACK	VAN	B/C
0	-902,624.13	48.09%				1,894,584.80	3.10
1	185,502.54		15%	161,306.56	-741,317.57		
2	451,346.27		15%	341,282.62	-400,034.95		
3	528,820.86		15%	347,708.30	-52,326.65		
4	610,977.45		15%	349,328.34	297,001.69		
5	664,394.03		15%	330,321.26	627,322.95		
6	710,550.62		15%	307,190.64	934,513.59		
7	763,967.21		15%	287,203.57	1,221,717.16		
8	774,423.80		15%	253,160.51	1,474,877.67		
9	784,880.39		15%	223,111.99	1,697,989.66		
10	795,336.97		15%	196,595.14	1,894,584.80		

Elaboración propia

6.3. Análisis de impacto social y ambiental de la solución

Impacto social:

La solución planteada impacta de manera social en forma positiva no solo a la empresa al mejorar sus eficiencias y al aumentar su producción, sino también al trabajador.

Impacta positivamente a la empresa en el aspecto de la mejora de sus procesos y aumento de producción, con más espacio, se podrá llegar a más clientes de manera más rápida, de igual modo, se podrá ofrecer envases de mayor capacidad para abaratar los precios y atraer más compras. En el aspecto legal, la nueva distribución evitará las numerosas inspecciones del Instituto Nacional de Defensa Civil a planta, evitando gastos extras. Con un mayor espacio en las áreas de acarreo, se reducirán los accidentes, disminuyendo la tasa de accidentes de trabajo por mala infraestructura en planta, convirtiendo a Messer en un mejor lugar para trabajar.

De igual modo impacta socialmente al trabajador, con una disposición más eficiente, el operario ya no tendría que trabajar horas extras teniendo tiempo para realizar otras cosas en su rato libre como estudiar una carrera o trabajar independientemente. Otro aspecto que se desarrolla en los trabajadores es el aprendizaje, indirectamente van aprendiendo sobre temas de bombas, motores y equipos criogénicos, tecnología que aún no está totalmente desarrollada en Perú pero que en un futuro va a ser necesario, si bien es cierto hay trabajadores antiguos que han aprendido mucho sin un estudiar mucho, ellos tienen hijos o familiares a quienes les pueden pasar ese conocimiento y/o animarlos a estudiar una carrera.

Se realizó una visita a Messer un domingo, se ordenaron los cilindros de tal manera de que los pasillos estén libres, dando como resultado que el número de cilindros a llenar se incrementaría en un 23%, de igual manera en el área de prueba hidrostática se evidencia un incremento de 28%:

$$\text{Incremento de la eficiencia envasado: } \left(\frac{130-100}{100} \right) \times 100 = 30\%$$

$$\text{Incremento de la eficiencia PH: } \left(\frac{25-18}{18} \right) \times 100 = 39\%$$

Impacto ambiental:

Como ya se mencionó antes, Messer sede Callo no contamina el ambiente ya que la basura que genera en gran cantidad es chatarra, la cual se vende anualmente. El impacto positivo al medio ambiente se puede dar reduciendo la huella de carbono de otra empresa.

Actualmente el dióxido de carbono es comprado a una empresa externa, se compra este producto para poder hacer las mezclas especiales, con la nueva distribución, se espera que las ventas aumenten, con esto se tendría mayor capital y se podría desarrollar el proyecto de anclarse a una empresa que produzca dióxido de carbono en grandes cantidades, de esta manera se reducirían las emisiones contaminantes que afectan la capa de ozono y se utilizaría como materia prima.



CONCLUSIONES

- La distribución actual de la planta Messer Gases del Perú S.A. sede Callao evidencia espacios reducidos para el traslado normal y seguro de los envases usando las carretillas; por otro lado, la disposición del almacenamiento de los mismos, impide la existencia de amplias zonas de evacuación, en caso de presentarse emergencias por atenciones de accidentados, movimientos telúricos, amagos de incendio, etc.
- La distribución del área de operaciones (zona de tanques de almacenamiento de materia prima), requiere de una redistribución, ya que el número de tanques de almacenamiento, así como al número de operaciones de recarga de estos (trasiegos), se ha incrementado; en un inicio, solo se contaba con 2 tanques (oxígeno y nitrógeno), actualmente se cuenta con 3 tanques (argón, CO₂ y N₂O) más un tanque ISO para el almacenamiento del óxido nitroso, por esta razón, se origina el requerimiento de contar con cisternas de transporte de mayores dimensiones con una mayor frecuencia de atención.
- Respecto a los aspectos de inversiones económicas para la propuesta de la redistribución, acorde a la evaluación presupuestada que asciende a unos S/. 902,625 debiera ser considerada en el Capex (Inversiones en bienes de capitales – Capital Expenditures).
- El trabajo de tesis presentado es una propuesta de valor para la empresa Messer Gases del Perú S.A., ya que este estudio queda como un referente para efectuar mejoras en la distribución de sus instalaciones de operaciones de envasado en la planta sede Callao, la cual sirve para las atenciones del mercado del Callao y Lima.
- Es un proyecto sostenible ya que posee una TIR mayor al COK de la empresa; por otro lado, para el año 4 el proyecto ya se está recuperando, lo cual supera lo esperado por el inversionista.
- Con la mejora de la disposición de planta del área de envasado, el espacio para el envasado de productos industriales incremento en un 24.5% (de 509.49 m² a 674.88 m²), la zona medicinal en casi un 4% (de 231.8726 m² a 240.74 m²), y el área de prueba hidrostática en un 31% (de 235.77 m² a 509.49 m²).

- El área medicinal no creció mucho pero el beneficio se puede ver en su ubicación debido a que ahora tiene la opción de crecer ya que se movió el almacén central aprovechando el área cúbica.
- El análisis dio como resultado que se necesitaba como mínimo 1869.75 m², el área actual es de 1456.96 m², con la alternativa de mejora se obtuvo un área de envasado de 1958.7741 m²; es decir, el área se incrementó en un 35%.
- La propuesta presenta un área de almacenamiento 52% más amplia, en la distribución actual cuenta con 313 m² lo que alcanza para 13915 cilindros, la propuesta de mejora cuenta con 476 m² donde se pueden almacenar 21121 cilindros.



RECOMENDACIONES

Las recomendaciones son las siguientes:

- Considerar la disposición de las áreas que se propone en este trabajo de investigación a fin de alcanzar los objetivos referidos a los indicadores de eficiencia y accidentes.
- Evitar que las unidades de transporte particular queden estacionadas en las áreas de operaciones debido al peligro que estas podrían ocasionar, debido a que en esta empresa se manipulan gases comburentes como el oxígeno y el óxido nitroso los cuales reaccionan con los combustibles ocasionando incendios.
- Enviar a un tercero los tres cuartos del servicio de prueba hidrostática ya que este proceso no forma parte del proceso principal de la planta de envasado, por lo tanto, no es necesario implementar las tres líneas extras de PH.
- Señalizar de manera adecuada las áreas de almacenamiento de envases y las de traslado de cilindros con pintura especial de tránsito.
- Aprovechar el espacio cúbico en las áreas administrativas y de logística, lo que permita reubicar los almacenes.
- Devolver los cilindros descartados en la prueba hidrostática a sus respectivos propietarios.
- Capacitar al personal en políticas de seguridad para el traslado de cilindros.
- Mejorar los suelos de las plataformas evitando accidentes por caída de cilindros a causa de desniveles.
- Motivar a los trabajadores con bonos en base a los indicadores de accidentabilidad.
- Comprar nuevas carretillas para el acarreo de los envases.
- Implementar herramientas necesarias en cada una de las áreas.

REFERENCIAS

Díaz , B., Noriega, M. T., y Z.B., J. (2007). *Disposición de planta*. Universidad de Lima.

Díaz, B., y Noriega, M.T. (2001). *Técnicas para el estudio del trabajo* (2a ed.). Universidad de Lima.

Instituto Nacional de Estadísticas e Informática. INEI (2017). *Compendio economico del 2017*. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe>

Messer Ibérica - Gases for life. (2017). *Fichas tecnicas*. Recuperado de <https://www.messer.es/>

Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Desarrollo del sector minero 2017*. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/>

Municipalidad del Callao. (2018). *Tabla de infracciones*. Recuperado de <http://www.municallao.gob.pe/downloads/documento/TABLA%20DE%20INFRACCIONES.pdf>

Municipalidad del Callao. (07 de Febrero de 2018). *Tabla valor de UIT*. Recuperado de <http://spij.minjus.gob.pe/graficos/GobLoc/2007/Marzo/23/N%C2%BA%20000010.pdf>

BIBLIOGRAFÍA

- Chamochumbi, B. C. (2014). *Seguridad e higiene industrial*. Lima: Universidad Inca Garsilaso de la Vega
- Tablas Manrique, G. L. (1989). *Redisposición de planta de una fábrica de calzado*. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.
- Díaz, B., y Noriega, M. T. (2017). *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*. Universidad de Lima.
- Herrera Giuria, G. R. y Ventura Mendiola, S. A. (2017). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de calzado de seguridad industrial* (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.
- Platas, G., y Cervantes, V. M. (2015). *Planeación, Diseño y Layout*. Mexico: Patria.
- Porter, M. E. (2009). *Estratega competitiva: técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. Madrid: Piramide.
- Ríos Lituma, L. F. (1991). *Redisposición de una planta que fábrica calzado para la introducción de una línea de artículos de cuero*. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.
- Sanchez, H. K. (2013). *Mejora en la disposición de planta en la fábrica de zapatos para varón Industrial Estrella Azul E.I.R.L.* (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.
- Velasquez, J. (2001). *Distribución de planta modo práctico*. Lima: CECOSAMI.



ANEXOS

ANEXO 1: Fichas técnicas de los productos

Acetileno		C_2H_2
también: Etino		GASES PUROS
Marcado		
Número-CAS	74-86-2	
Caracterización ADR	UN 1001, Acetileno, disuelto, 2.1 Clase 2, 4 F	
Marcado de la Botella	 ojiva: granate	
Propiedades esenciales		
Gas incoloro, inodoro en forma pura, inflamable, autoignición exotérmica, disuelto en acetona o DMF, más ligero que el aire		
Simbología de Riesgo		
	altamente inflamable	 Gas disuelto
Características Físicas		
Peso molecular:	26,038 kg/kmol	
Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar:	1,1775 kg/m ³	
Densidad relativa al aire:	0,9066	
Presión de vapor a 20°C:	43,36 bar	
Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto ESP-C2H2-001		

Válvulas / Reguladores

Conexiones de válvulas Tipo H
Reguladores recomendados Spectrolab FM 61



Especificaciones / Forma de entrega			
		Acetileno 2.6	
Composición			
C_2H_2	>	99,6	Vol. %
Impurezas			
$N_2 + O_2 + HC$	<	0,4	Vol. %
$PH_3 + NH_3$	<	10	ppmv
Botellas / Contenidos			
B 50		8,0	kg

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Marcado

Número-CAS	74-86-2
Caracterización ADR	UN 1001, Acetileno, disuelto, 2.1 Clase 2, 4 F

Marcado de la Botella



ojiva:
granate

Propiedades esenciales

Gas incoloro, inodoro en forma pura, inflamable, autoignición exotérmica, disuelto en acetona o DMF, más ligero que el aire

Simbología de Riesgo



altamente inflamable



Gas disuelto

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto ESP-C2H2-001

Descripción

Las impurezas en el acetileno como PH_3 , H_2S , AsH_3 y NH_3 causan el típico olor ("como-carburo"). En estado puro es incoloro, levemente con olor a éter, actúa como gas narcótico fuerte. Bajo un impacto de energía (calor local, radiaciones UV, aumento de presión) explota disgregándose en sus elementos. Acetiluros explosivos se obtienen en contacto con cobre, plata, mercurio y sus sales o soluciones. Almacenaje y transporte seguro como gas disuelto imbuído en acetona, en botellas a presión con masa porosa.

detección prueba del tubo de ensayo

Datos de seguridad

Rango de Explosión	2,3 - 78 Vol.% (descomposición sobre 78%)
Temperatura de ignición	305 °C

Materiales

Botelas y Válvulas: cualquier material habitual; excepto latón o cobre (-aleaciones) con $Cu > 70\%$
Juntas: PTFE, PCTFE, PVDF, PE, PP

Características Físicas	
Peso molecular	26,038 kg/kmol
Punto Crítico	
Temperatura	308,33 K
Presión	61,39 bar
Densidad	0,231 kg/l
Punto Triple	
Temperatura	192,60 K
Presión	1,282 bar
Punto de Ebullición	
Temperatura	189,35 K; -83,8 °C
Densidad de líquido	
Calor de evaporación	801,89 kJ/kg
Presión de vapor a 20°C	43,36 bar
Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar	1,1775 kg/m ³
Densidad relativa al aire	0,9066
Densidad del gas a 15°C y 1 bar	1,0996 kg/m ³
Factor de Conversión	
Líquido en Ts a gas en m3 (15°C, 1 bar)	
Coefficiente Virial	
Bn a 0°C	-8,4 * 10 ⁻³ bar ⁻¹
B30 a 30°C	-5,8 * 10 ⁻³ bar ⁻¹
Estado Gaseoso a 25°C y 1 bar	
Capacidad calorífica específica cp	1,687 kJ/kg K
Conductividad térmica	215 * 10 ⁻⁴ W/m K
Viscosidad dinámica	10,46 * 10 ⁻⁶ Ns/m ²

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Marcado

Número-CAS 7440-37-1

Caracterización ADR UN 1006, Argón, comprimido, 2.2 Clase 2, 1A

Marcado de la Botella  ojiva: verde oscuro (nuevo)**Propiedades esenciales**

Gas noble incoloro, inodoro, comprimido, más pesado que el aire

Simbología de Riesgo Gas comprimido**Características Físicas**

Peso molecular: 39,948 kg/kmol

Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar: 1,784 kg/m³

Densidad relativa al aire: 1,3797

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto **ESP-AR-003A****Válvulas / Reguladores**Conexiones de válvulas 200 bar: Tipo C
300 bar:
ISO 5145 No. 30; W 30 x 2Reguladores recomendados Spectrolab FM 51 / FM 52 Exact / FM 53
Spectrocom CRF61 / CRF62

Especificaciones / Forma de entrega						
		4.8	5.0	5.7	6.0	
Composición						
Ar	>	99,998	99,999	99,9997	99,9999	Vol.-%
Impurezas						
H ₂ O	<	4	3	1	0,5	ppmv
O ₂	<	3	2	0,5	0,5	ppmv
N ₂	<	10	5	1	0,5	ppmv
THC (como CH ₄)	<	0,2	0,1	0,1	0,1	ppmv
CO + CO ₂	<	0,2	0,1	0,1	0,1	ppmv
Botellas / Contenidos						
B 5 200 bar		-	1,1	-	-	m ³
B 10 200 bar		-	2,1	-	-	m ³
B 20 200 bar		-	4,3	-	-	m ³
B 50 200 bar		10,7	10,7	10,7	10,7	m ³
B 50 300 bar		15,3	15,3	-	-	m ³
CV 8 * B 50 200 bar		85,7	85,7	-	-	m ³
CV 8 * B 50 300 bar		122,3	122,3	-	-	m ³
CV 12 * B 50 200 bar		-	128,6	-	-	m ³
CV 12 * B 50 300 bar		-	183,4	-	-	m ³
CV 18 * B 50 200 bar		192,9	192,9	-	-	m ³
CV 18 * B 50 300 bar		275,1	275,1	-	-	m ³

(Continúa)

(Continuación)

Marcado		Propiedades esenciales	
Número-CAS	7440-37-1	Gas noble incoloro, inodoro, comprimido, más pesado que el aire	
Caracterización ADR	UN 1006, Argón, comprimido, 2.2 Clase 2, 1A	Simbología de Riesgo	
Marcado de la Botella	 ojiva: verde oscuro (nuevo)	 Gas comprimido	

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto ESP-AR-003A

Descripción

Gas noble, incoloro, inodoro, más pesado que el aire. Desplaza al aire en ambientes cerrados, sin síntomas previos (¡peligro de asfixia!).

Materiales

Botellas y Válvulas: cualquier material habitual
Juntas: PTFE, PCTFE, PVDF, PA, PP, IIR, NBR, CR, FKM, Q, EPDM

Características Físicas			
Peso molecular	39,948 kg/kmol	Presión de vapor a 20°C	
Punto Crítico		Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar	1,784 kg/m ³
Temperatura	150,86 K	Densidad relativa al aire	1,3797
Presión	48,98 bar	Densidad del gas a 15°C y 1 bar	1,669 kg/m ³
Densidad	0,5357 kg/l	Factor de Conversión	
Punto Triple		Líquido en Ts a gas en m3 (15°C, 1 bar)	0,8352
Temperatura	83,80 K	Coefficiente Virial	
Presión	0,6891 bar	Bn a 0°C	-0,96*10 ⁻³ bar ⁻¹
Punto de Ebullición		B30 a 30°C	-0,61*10 ⁻³ bar ⁻¹
Temperatura	87,280 K; -186 °C	Estado Gaseoso a 25°C y 1 bar	
Densidad de líquido	1,3940 kg/l	Capacidad calorífica específica cp	0,5216 kJ/kg K
Calor de evaporación	161,3 kJ/kg	Conductividad térmica	178,2*10 ⁻⁴ W/m K
		Viscosidad dinámica	22,8*10 ⁻⁶ Ns/m ²

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

SCIENTIA ET PRAXIS

Ferroline C 20

Ar/CO₂

también: DIN EN ISO 14175, Grupo M 21

GASES DE SOLDADURA

Marcado

Caracterización ADR

UN 1956, gas comprimido, N.E.P.,
2.2
Clase 2, 1A

Marcado de la Botella



ojiva:
verde claro

Propiedades esenciales

Mezcla de gases incoloros, inodoros, comprimidos, asfixiante, más pesado que el aire

Simbología de Riesgo



Gas comprimido

Características Físicas

Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar: 1,82 kg/m³
Densidad relativa al aire: 1,41

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto **ESP-CO2-AR-01**

Válvulas / Reguladores

Conexiones de válvulas

200 bar: Tipo C
300 bar: W 30 x 2 de acuerdo a ISO 5145

Reguladores recomendados

Constant 2000



Especificaciones / Forma de entrega

		Ferroline C20	
Composición			
Ar	=	80,0	Vol.-%
CO ₂	=	20,0	Vol.-%
Botellas / Contenidos			
B 20 200 bar		4,8	m ³
B 20 300 bar		6,8	m ³
B 50 200 bar		12,1	m ³
B 50 300 bar		17,1	m ³
CV 8 * B 50 200 bar		96,4	m ³
CV 8 * B 50 300 bar		136,7	m ³
CV 18 * B 50 200 bar		216,9	m ³
CV 18 * B 50 300 bar		307,5	m ³

Observaciones

Tolerancia Ferroline C20: +/- 1,5%

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Argón líquido

Ar

también: DIN EN ISO 14175, Grupo I 1

GRANEL

Marcado

Número-CAS	7440-37-1
Caracterización ADR	UN 1951, Argón, líquido refrigerado, 2.2 Clase 2, 3A

Propiedades esenciales

Gas noble, incoloro, inodoro, líquido, más pesado que el aire

Simbología de Riesgo

 Gas líquido ultrafrío

Características Físicas

Peso molecular:	39,948 kg/kmol
Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar:	1,784 kg/m ³
Densidad relativa al aire:	1,3797

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto **ESP-AR-003B**



Especificaciones / Forma de entrega			
		5.0	
Composición			
Ar	>=	99,999*	Vol.-%
Impurezas			
H ₂ O	<	3	ppmv
O ₂	<	5	ppmv
N ₂	<	5	ppmv

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

SCIENTIA ET PRAXIS

Dióxido de carbono líquido

CO₂

GRANEL

Marcado		Propiedades esenciales	
Número-CAS	124-38-9	Gas incoloro, inodoro, asfixiante, licuado, más pesado que el aire	
Caracterización ADR	UN 2187, Dióxido de carbono, líquido refrigerado, 2.2 Clase 2, 3A	Simbología de Riesgo  Gas líquido ultrafrío	
		Características Físicas	
		Peso molecular:	44,0098 kg/kmol
		Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar:	1,9767 kg/m ³
		Densidad relativa al aire:	1,5289
		Presión de vapor a 20°C:	57,258 bar

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto **ESP-CO2-018B**



Especificaciones / Forma de entrega			
		Dióxido de carbono, líquido	
Composición			
CO ₂	>	99,9	Vol.-%

(Continúa)

SCIENTIA ET PRAXIS

(Continuación)

Marcado		Propiedades esenciales	
Número-CAS	124-38-9	Gas incoloro, inodoro, asfixiante, licuado, más pesado que el aire	
Caracterización ADR	UN 2187, Dióxido de carbono, líquido refrigerado, 2.2 Clase 2, 3A	Simbología de Riesgo	 Gas licuado ultrat frío

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto ESP-CO2-018B

Descripción

Gas licuado incoloro, con un leve sabor ácido al respirarlo. Durante la expansión el dióxido de carbono puede enfriarse por debajo de la temperatura de sublimación. Esto resulta en CO₂-nieve(hielo seco).

detección Prueba del tubo de ensayo

Datos de seguridad

TLV 5000 ml/m³

Materiales

Botellas y Válvulas: cualquier material habitual
En presencia de humedad hay peligro de corrosión del acero
Juntas: PTFE, PCTFE, PVDF, PA, PP

Características Físicas			
Peso molecular	44,0098 kg/kmol	Presión de vapor a 20°C	57,258 bar
Punto Crítico		Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar	1,9767 kg/m ³
Temperatura	304,21 K	Densidad relativa al aire	1,5289
Presión	73,825 bar	Densidad del gas a 15°C y 1 bar	1,8474 kg/m ³
Densidad	0,466 kg/l	Factor de Conversión	
Punto Triple		Líquido en Ts a gas en m ³ (15°C, 1 bar)	
Temperatura	216,58 K	Coefficiente Virial	
Presión	5,185 bar	Bn a 0°C	-6,64*10 ⁻³ bar ¹
Punto de Ebullición		B30 a 30°C	-4,78*10 ⁻³ bar ¹
Temperatura	194,674 K; -78,5 °C	Estado Gaseoso a 25°C y 1 bar	
Densidad de líquido	(punto de sublimación)	Capacidad calorífica específica cp	0,8504 kJ/kg K
Calor de evaporación	573,02 kJ/kg	Conductividad térmica	164*10 ⁻⁴ W/m K
		Viscosidad dinámica	14,833*10 ⁻⁶ Ns/m ²

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

SCIENTIA ET PRAXIS

Nitrógeno líquido

N₂

GRANEL

Marcado

Número-CAS	7727-37-9
Caracterización ADR	UN 1977, Nitrógeno líquido refrigerado, 2.2 Clase 2, 3A

Propiedades esenciales

Gas incoloro, inodoro, asfixiante, líquido, levemente más liviano que el aire

Simbología de Riesgo



Gas líquido ultrafrío

Características Físicas

Peso molecular:	28,0134 kg/kmol
Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar:	1,250 kg/m ³
Densidad relativa al aire:	0,9671

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto **ESP-N2-089B**



Especificaciones / Forma de entrega			
		5.0	
Composición			
N ₂	>	99,999 <small>(incl gases raros)</small>	Vol.-%
Impurezas			
H ₂ O	<	3	ppmv
O ₂	<	5	ppmv

SCIENTIA ET PRAXIS

(Continúa)

(Continuación)

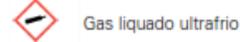
Marcado

Número-CAS	7727-37-9
Caracterización ADR	UN 1977, Nitrógeno líquido refrigerado, 2.2 Clase 2, 3A

Propiedades esenciales

Gas incoloro, inodoro, asfixiante, líquido, levemente más liviano que el aire

Simbología de Riesgo



Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto **ESP-N2-089B**

Descripción

Gas inerte, incoloro e inodoro. En ambientes cerrados desplaza el aire para respirar (¡peligro de asfixia!); ¡sin síntomas previos!

Materiales

Botellas y Válvulas: cualquier material habitual
Juntas: PTFE, PCTFE, PVDF, PA, PP, IIR, NBR, CR, FKM, Q, EPDM

Características Físicas	
Peso molecular	28,0134 kg/kmol
Punto Crítico	
Temperatura	126,260 K
Presión	34,10 bar
Densidad	0,3140 kg/l
Punto Triple	
Temperatura	63,150 K
Presión	0,1246 bar
Punto de Ebullición	
Temperatura	77,36 K; -196 °C
Densidad de líquido	0,8085 kg/l
Calor de evaporación	198,6 kJ/kg
Presión de vapor a 20°C	
Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar	1,250 kg/m ³
Densidad relativa al aire	0,9671
Densidad del gas a 15°C y 1 bar	1,1694 kg/m ³
Factor de Conversión	
Líquido en Ts a gas en m ³ (15°C, 1 bar)	0,691
Coefficiente Virial	
Bn a 0°C	-0,47*10 ⁻³ bar ⁻¹
B30 a 30°C	-0,17*10 ⁻³ bar ⁻¹
Estado Gaseoso a 25°C y 1 bar	
Capacidad calorífica específica cp	1,040 kJ/kg K
Conductividad térmica	256,6*10 ⁻⁴ W/m K
Viscosidad dinámica	17,9*10 ⁻⁶ Ns/m ²

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

SCIENTIA ET PRAXIS

Oxígeno líquido

O₂

GRANEL

Marcado

Número-CAS 7782-44-7

Caracterización ADR UN 1073, Oxígeno líquido refrigerado, 2.2 (5.1)
Clase 2, 30

Propiedades esenciales

Gas incoloro, inodoro, oxidante, líquido, levemente más pesado que el aire.

Simbología de Riesgo



comburente



Gas líquido ultrafrío

Características Físicas

Peso molecular: 31,9988 kg/kmol

Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar: 1,429 kg/m³

bar:

Densidad relativa al aire: 1,1052

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto **ESP-O2-097B**



Especificaciones / Forma de entrega				
		técnico	3.5	
Composición				
O ₂	>	99,5	99,95	Vol.-%
Impurezas				
N ₂ + Ar	<	-	400	ppmv

(Continúa)

SCIENTIA ET PRAXIS

(Continuación)

Marcado		Propiedades esenciales	
Número-CAS	7782-44-7	Gas incoloro, inodoro, oxidante, líquido, levemente más pesado que el aire.	
Caracterización ADR	UN 1073, Oxígeno líquido refrigerado, 2.2 (5.1) Clase 2, 30	Simbología de Riesgo	
		 comburente	 Gas líquido ultrafrio

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto ESP-O2-097B

Descripción

Gas incoloro, inodoro, oxidante. El Oxígeno líquido es levemente de color azul. Puede reaccionar de forma violenta con materiales orgánicos, ej. lubricantes y aceites, aún a temperatura ambiente.

detección Equipo para medición de oxígeno

Materiales

Botellas y Válvulas: cobre, latón, acero inoxidable, (acero)
¡No usar aceite o lubricantes! Las válvulas deben ser probadas para trabajar bajo condiciones de resistencia al calor.
Juntas: de acuerdo al test de aplicabilidad (PTFE)

Características Físicas			
Peso molecular	31,9988 kg/kmol	Presión de vapor a 20°C	
Punto Crítico		Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar	1,429 kg/m ³
Temperatura	154,481 K	Densidad relativa al aire	1,1052
Presión	50,422 bar	Densidad del gas a 15°C y 1 bar	1,337 kg/m ³
Densidad	0,4361 kg/l	Factor de Conversión	
Punto Triple		Líquido en Ts a gas en m3 (15°C, 1 bar)	0,8534
Temperatura	54,359 K	Coefficiente Virial	
Presión	0,00149 bar	Bn a 0°C	-0,97*10 ⁻³ bar ⁻¹
Punto de Ebullición		B30 a 30°C	-0,60*10 ⁻³ bar ⁻¹
Temperatura	90,19 K; -183 °C	Estado Gaseoso a 25°C y 1 bar	
Densidad de líquido	1,1410 kg/l	Capacidad calorífica específica cp	0,9196 kJ/kg K
Calor de evaporación	212,5 kJ/kg	Conductividad térmica	261,5*10 ⁻⁴ W/m K
		Viscosidad dinámica	20,5*10 ⁻⁶ Ns/m ²

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Óxido nitroso

N₂O

también: Protóxido de nitrógeno

GASES PUROS

Marcado

Número-CAS 10024-97-2
Caracterización ADR UN 1070, Óxido nitroso, 2.2 (5.1)
Clase 2, 2 O

Marcado de la Botella



ojiva:
azul

Propiedades esenciales

Gas incoloro, inodoro, oxidante, narcótico, licuado, más pesado que el aire

Simbología de Riesgo



comburente



Gas comprimido

Características Físicas

Peso molecular: 44,013 kg/kmol
Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar: 1,9781 kg/m³
Densidad relativa al aire: 1,5299
Presión de vapor a 20°C: 50,599 bar

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto **ESP-N2O-093A**

Válvulas / Reguladores

Conexiones de válvulas Tipo U
Reguladores recomendados Spectrolab FM 51/FM 52



Especificaciones / Forma de entrega					
		técnico	2.5	UHP	
Composición					
N ₂ O	>	99,0	99,5	99,999	Vol.-%
Impurezas					
CO ₂	<	-	-	1	ppmv
CO	<	-	-	1	ppmv
O ₂ / N ₂ / Ar	<	-	5000	-	ppmv
H ₂ O	<	-	10	1	ppmv
CH ₄	<	-	-	0,1	ppmv
O ₂ + Ar	<	-	-	1	ppmv
N ₂	<	-	-	5	ppmv
NO	<	-	-	1	ppmv
NO ₂	<	-	-	1	ppmv
NH ₃	<	-	-	5	ppmv
Botellas / Contenidos					
B 40		30,0	30,0	-	kg
B 50		-	37,5	37,5	kg

(Continua)

(Continuación)

Marcado

Número-CAS	10024-97-2
Caracterización ADR	UN 1070, Óxido nitroso, 2.2 (5.1) Clase 2, 2 O

Marcado de la Botella



ojiva:
azul

Propiedades esenciales

Gas incoloro, inodoro, oxidante, narcótico, licuado, más pesado que el aire

Simbología de Riesgo



comburente



Gas comprimido

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto **ESP-N2O-093A**

Descripción

Gas incoloro, oxidante, licuado, con sabor levemente dulce y olor agradable. En una mezcla con aire-Oxígeno es narcótico y ligeramente tóxico. Forma mezclas explosivas con hidrocarburos, amoníaco, monóxido de carbono, disulfuro de carbono, fluor, fosfina, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno. No poner en contacto con aceites, lubricantes, glicerina, carbono ni sustancias orgánicas inflamables!

Datos de seguridad

TLV 100 ml/m³ (recomendación)

Materiales

Botellas y Válvulas: cualquier material habitual
Peligro de corrosión bajo tensión causada por humedad en latón o cobre (- aleaciones). ¡Mantener tuberías y accesorios libres de aceites y lubricantes!
Juntas: PTFE, PCTFE

Características Físicas			
Peso molecular	44,013 kg/kmol	Presión de vapor a 20°C	50,599 bar
Punto Crítico		Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar	1,9781 kg/m ³
Temperatura	309,56 K	Densidad relativa al aire	1,5299
Presión	72,4 bar	Densidad del gas a 15°C y 1 bar	1,848 kg/m ³
Densidad	0,452 kg/l	Factor de Conversión	
Punto Triple		Líquido en Ts a gas en m3 (15°C, 1 bar)	
Temperatura	182,34 K	Coficiente Virial	
Presión	0,8784 bar	Bn a 0°C	-7,18*10 ⁻² bar ¹
Punto de Ebullición		B30 a 30°C	-5,08*10 ⁻² bar ¹
Temperatura	184,69 K; -88,5 °C	Estado Gaseoso a 25°C y 1 bar	
Densidad de líquido	1,281 kg/l	Capacidad calorífica específica cp	0,8795 kJ/kg K
Calor de evaporación	376 kJ/kg	Conductividad térmica	173*10 ⁻² W/m K
		Viscosidad dinámica	14,98*10 ⁻⁶ Ns/m ²

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Nitrógeno

N₂

GASES PUROS

Marcado

Número-CAS 7727-37-9

Caracterización ADR UN 1066, Nitrógeno comprimido, 2.2 Clase 2, 1 A

Marcado de la Botella



ojiva:
negro

Propiedades esenciales

Gas incoloro, inodoro, asfixiante, comprimido, levemente más ligero que el aire

Simbología de Riesgo



Gas comprimido

Características Físicas

Peso molecular: 28,0134 kg/kmol
Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar: 1,250 kg/m³
Densidad relativa al aire: 0,9671

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto **ESP-N2-089A**

Válvulas / Reguladores

Conexiones de válvulas 200 bar: Tipo C
300 bar: ISO 5145 Nr. 30

Reguladores recomendados Spectrolab FM 51/ FM 52 Exact/ FM53
Spectrocom CRF61/ CRF62



Especificaciones / Forma de entrega						
		5.0	5.5	ECD	6.0	
Composición						
N ₂	>	99,999 <small>(incl. gases raros)</small>	99,9995 <small>(incl. gases raros)</small>	99,9995 <small>(incl. gases raros)</small>	99,9999 <small>(incl. gases raros)</small>	Vol.-%
Impurezas						
H ₂ O	<	3	2	2	0,5	ppmv
O ₂	<	2	0,5	0,5	0,3	ppmv
THC (como CH ₄)	<	-	0,1	0,1	0,1	ppmv
CO + CO ₂	<	-	0,5	0,1	0,3	ppmv
H ₂	<	-	0,5	-	0,1	ppmv
hal. HC	<	-	-	1	-	ppbv
THC + CO ₂ + CO	<=	5	-	-	-	ppmv
Botellas / Contenidos						
B 5 200 bar		1,0	-	-	-	m ³
B 10 200 bar		1,9	1,9	1,9	1,9	m ³
B 20 200 bar		3,8	-	-	-	m ³
B 20 300 bar		5,2	-	-	-	m ³
B 50 200 bar		9,6	9,6	9,6	9,6	m ³
B 50 300 bar		13,1	-	-	-	m ³
CV 8* B 50 200 bar		76,5	-	-	-	m ³
CV 8* B 50 300 bar		104,7	-	-	-	m ³
CV 12* B 50 200 bar		114,7	-	-	-	m ³
CV 12* B 50 300 bar		157,0	-	-	-	m ³
CV 18* B 50 200 bar		172,0	-	-	-	m ³
CV 18* B 50 300 bar		235,5	-	-	-	m ³

(Continúa)

(Continuación)

Marcado

Número-CAS	7727-37-9
Caracterización ADR	UN 1066, Nitrógeno comprimido, 2.2 Clase 2, 1 A

Marcado de la Botella



ojiva:
negro

Propiedades esenciales

Gas incoloro, inodoro, asfixiante, comprimido, levemente más ligero que el aire

Simbología de Riesgo



Gas comprimido

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto **ESP-N2-089A**

Descripción

Gas inerte, incoloro e inodoro. En ambientes cerrados desplaza el aire para respirar (¡peligro de asfixia!); ¡sin síntomas previos!

Materiales

Botellas y Válvulas: cualquier material habitual
Juntas: PTFE, PCTFE, PVDF, PA, PP, IIR, NBR, CR, FKM, Q, EPDM

Características Físicas	
Peso molecular	28,0134 kg/kmol
Punto Crítico	
Temperatura	126,260 K
Presión	34,10 bar
Densidad	0,3140 kg/l
Punto Triple	
Temperatura	63,150 K
Presión	0,1246 bar
Punto de Ebullición	
Temperatura	77,36 K; -196 °C
Densidad de líquido	0,8085 kg/l
Calor de evaporación	198,6 kJ/kg
Presión de vapor a 20°C	
Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar	1,250 kg/m ³
Densidad relativa al aire	0,9671
Densidad del gas a 15°C y 1 bar	1,1694 kg/m ³
Factor de Conversión	
Líquido en Ts a gas en m ³ (15°C, 1 bar)	0,691
Coefficiente Virial	
Bn a 0°C	-0,47*10 ⁻² bar ⁻¹
B30 a 30°C	-0,17*10 ⁻² bar ⁻¹
Estado Gaseoso a 25°C y 1 bar	
Capacidad calorífica específica cp	1,040 kJ/kg K
Conductividad térmica	256,6*10 ⁻⁴ W/m K
Viscosidad dinámica	17,9*10 ⁻⁶ Ns/m ²

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

Marcado

Número-CAS 7782-44-7

Caracterización ADR UN 1072, Oxígeno comprimido,
2.2 (5.1)
Clase 2, 1 O

Marcado de la Botella



ojiva:
blanco

Propiedades esenciales

Gas incoloro, inodoro, oxidante, comprimido, levemente más pesado que el aire.

Simbología de Riesgo



comburente



Gas comprimido

Características Físicas

Peso molecular: 31,9988 kg/kmol
Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar: 1,429 kg/m³
Densidad relativa al aire: 1,1052

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto [ESP-O2-097A](#)

Válvulas / Reguladores

Conexiones de válvulas 200 bar: Tipo F
300 bar: ISO 5145 Nr. 32

Reguladores recomendados Spectrolab FM 51/FM 52 Exact/ FM53

Spectrocom CRF61/ CRF62



Especificaciones / Forma de entrega					
		4.5	5.0	5.5	
Composición					
O ₂	>	99,995 <small>(incl. gases raros)</small>	99,999 <small>(incl. gases raros)</small>	99,9995 <small>(incl. gases raros)</small>	Vol.-%
Impurezas					
H ₂ O	<	5	2	0,5	ppmv
N ₂	<	20	5	1,3	ppmv
THC (como CH ₄)	<	0,5	0,2	0,1	ppmv
CO + CO ₂	<	0,5	0,4	0,2	ppmv
Botellas / Contenidos					
B 10 200 bar		2,1	2,1	2,1	m ³
B 20 200 bar		4,3	-	-	m ³
B 50 200 bar		10,7	10,7	10,7	m ³
CV 8* B 50 200 bar		85,5	85,5	-	m ³
CV 12* B 50 200 bar		128,3	128,3	-	m ³
CV 18* B 50 200 bar		192,4	192,4	-	m ³

(Continúa)

(Continuación)

Marcado		Propiedades esenciales	
Número-CAS	7782-44-7	Gas incoloro, inodoro, oxidante, comprimido, levemente más pesado que el aire.	
Caracterización ADR	UN 1072, Oxígeno comprimido, 2.2 (5.1) Clase 2, 1 O	Simbología de Riesgo	
Marcado de la Botella	 ojiva: blanco	 comburente	 Gas comprimido

Para información adicional de seguridad ver Hoja de Seguridad del producto ESP-O2-097A

Descripción

Gas incoloro, inodoro, oxidante. El Oxígeno líquido es levemente de color azul. Puede reaccionar violentamente con materiales orgánicos, ej. lubricantes y aceites, aún a temperatura ambiente.

detección Equipo para medición de oxígeno

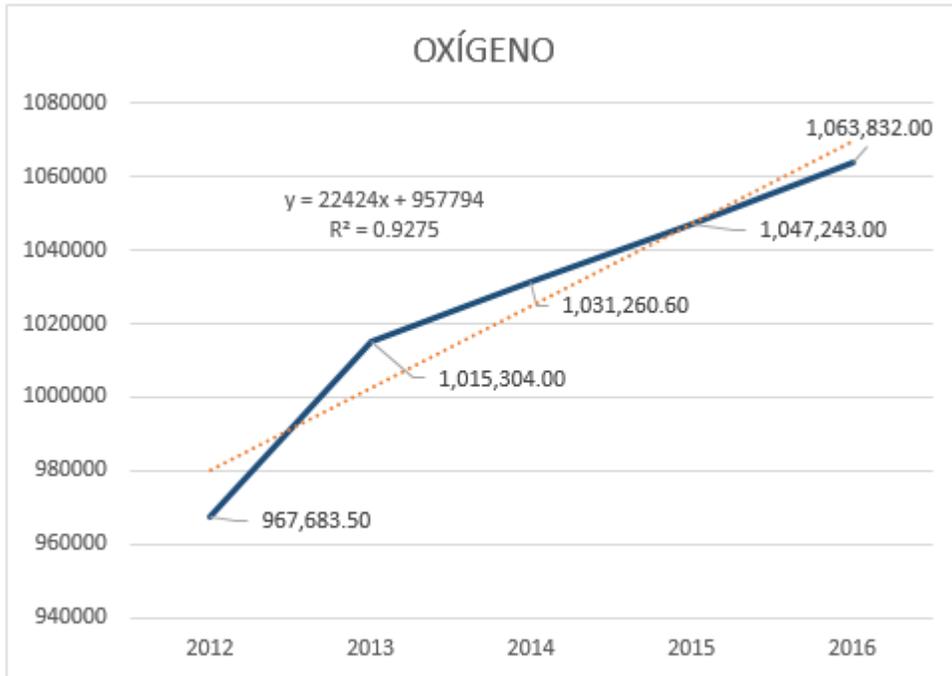
Materiales

Botellas y Válvulas: cobre, latón, acero inoxidable, (acero)
No usar aceites o lubricantes!
Las válvulas deben ser probadas para trabajar bajo condiciones de resistencia al calor
Juntas: de acuerdo al test de aplicabilidad (PTFE)

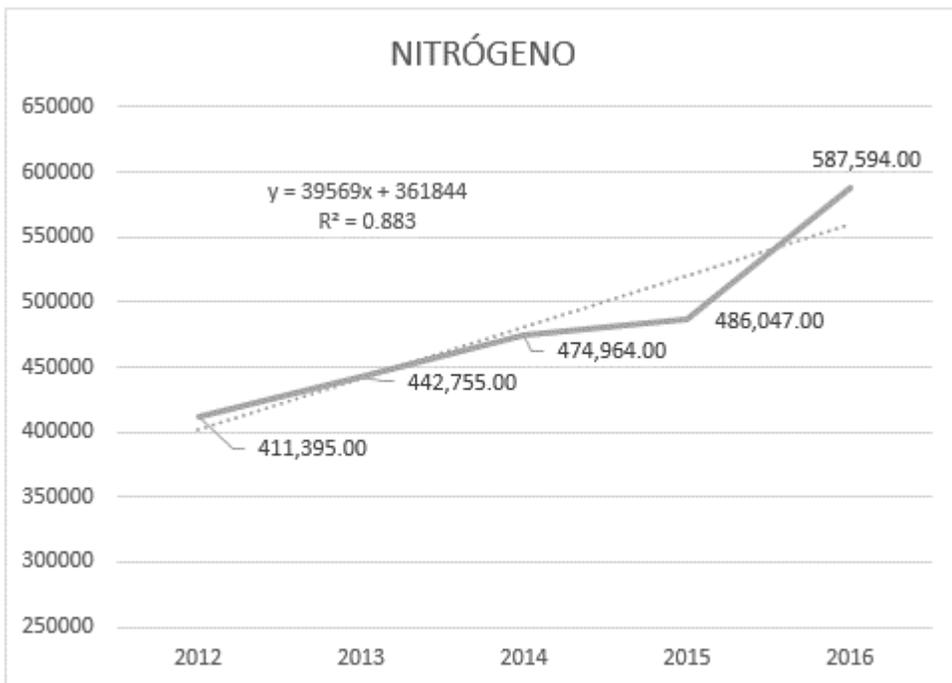
Características Físicas			
Peso molecular	31,9988 kg/kmol	Presión de vapor a 20°C	
Punto Crítico		Densidad del gas a 0°C y 1,013 bar	1,429 kg/m ³
Temperatura	154,481 K	Densidad relativa al aire	1,1052
Presión	50,422 bar	Densidad del gas a 15°C y 1 bar	1,337 kg/m ³
Densidad	0,4361 kg/l	Factor de Conversión	
Punto Triple		Líquido en Ts a gas en m3 (15°C, 1 bar)	0,8534
Temperatura	54,359 K	Coefficiente Virial	
Presión	0,00149 bar	Bn a 0°C	-0,97*10 ⁻² bar ⁻¹
Punto de Ebullición		B30 a 30°C	-0,60*10 ⁻² bar ⁻¹
Temperatura	90,19 K; -183 °C	Estado Gaseoso a 25°C y 1 bar	
Densidad de líquido	1,1410 kg/l	Capacidad calorífica específica cp	0,9196 kJ/kg K
Calor de evaporación	212,5 kJ/kg	Conductividad térmica	261,5*10 ⁻⁴ W/m K
		Viscosidad dinámica	20,5*10 ⁻⁶ Ns/m ²

Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

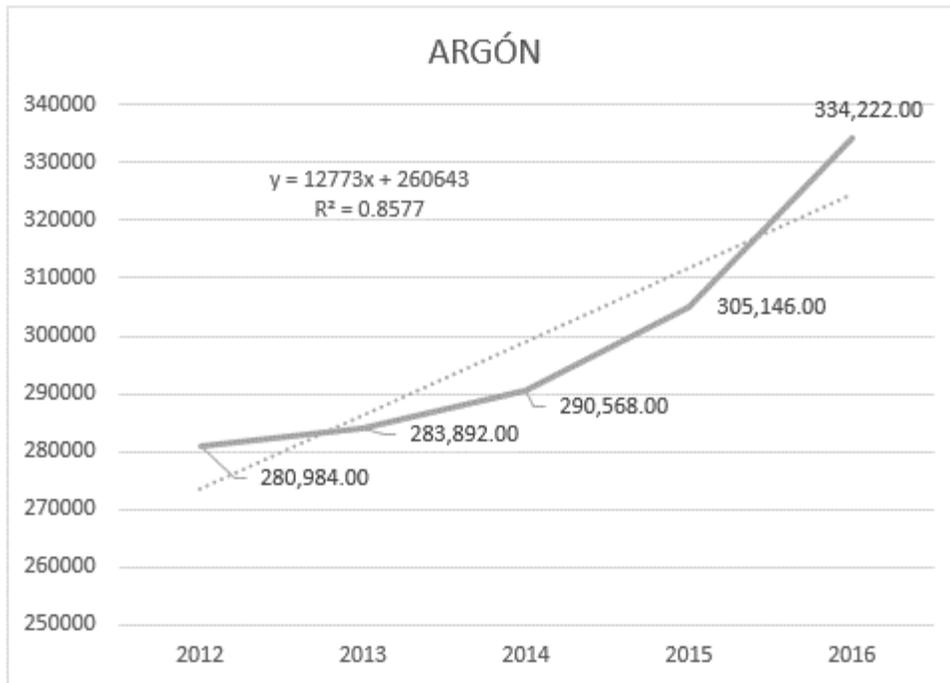
ANEXO 2: Gráficos de la proyección de la demanda



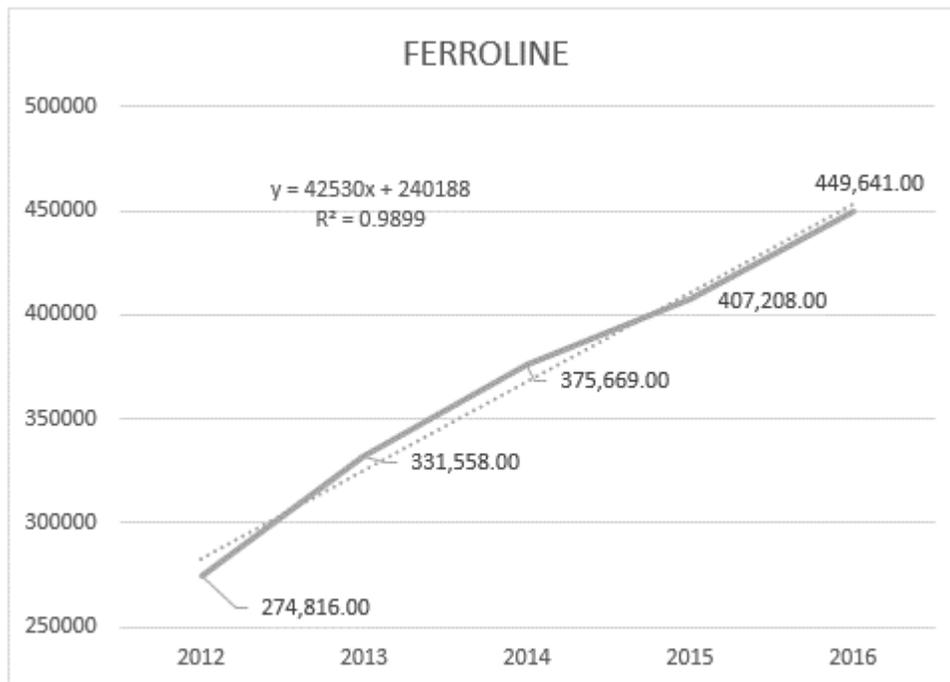
Elaboración propia



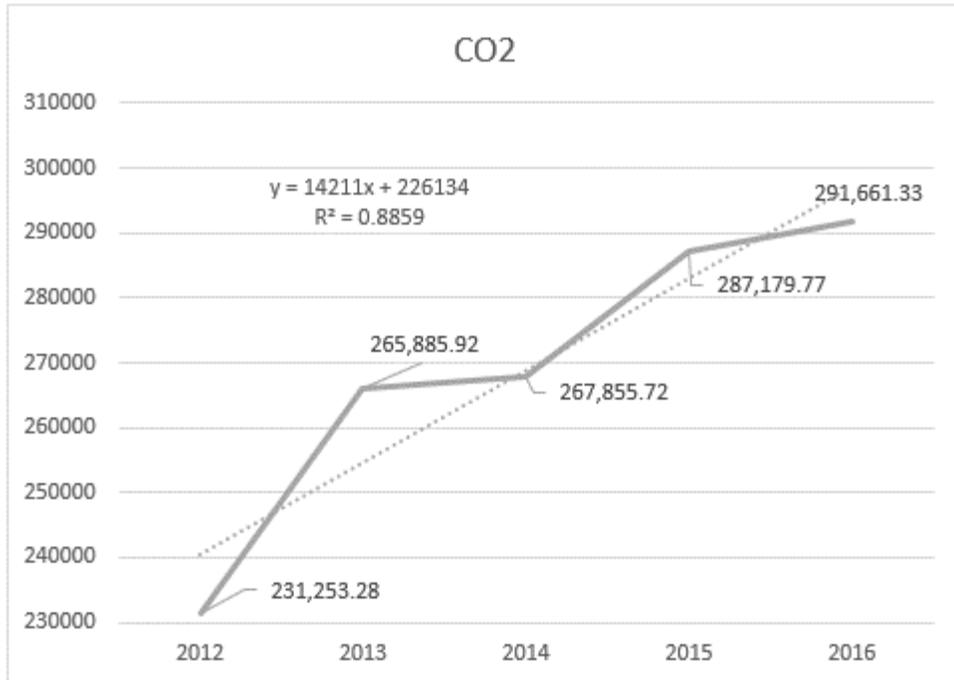
Elaboración propia



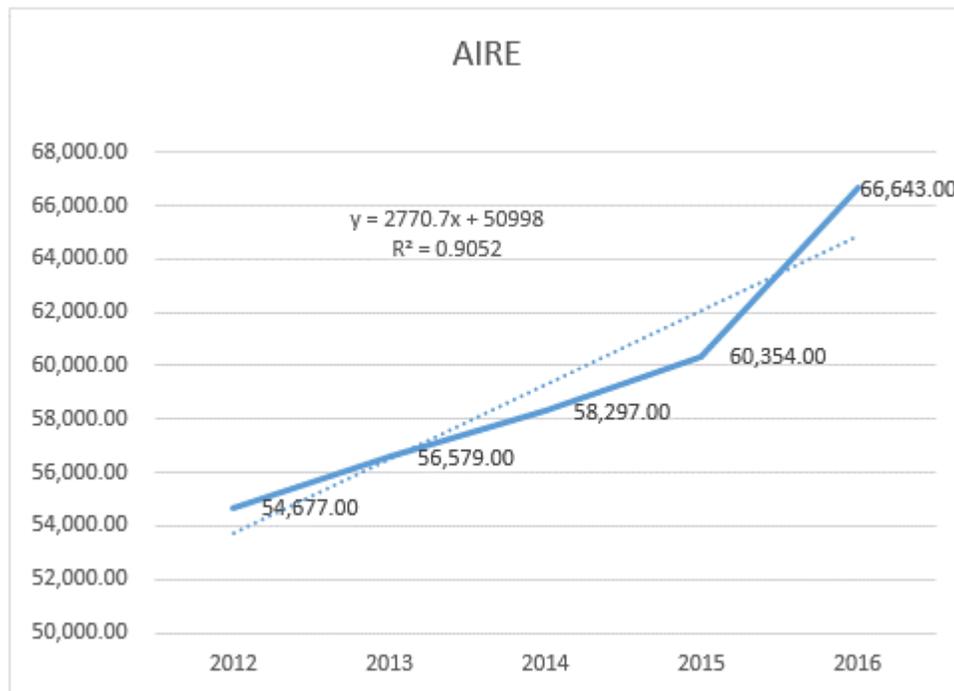
Elaboración propia



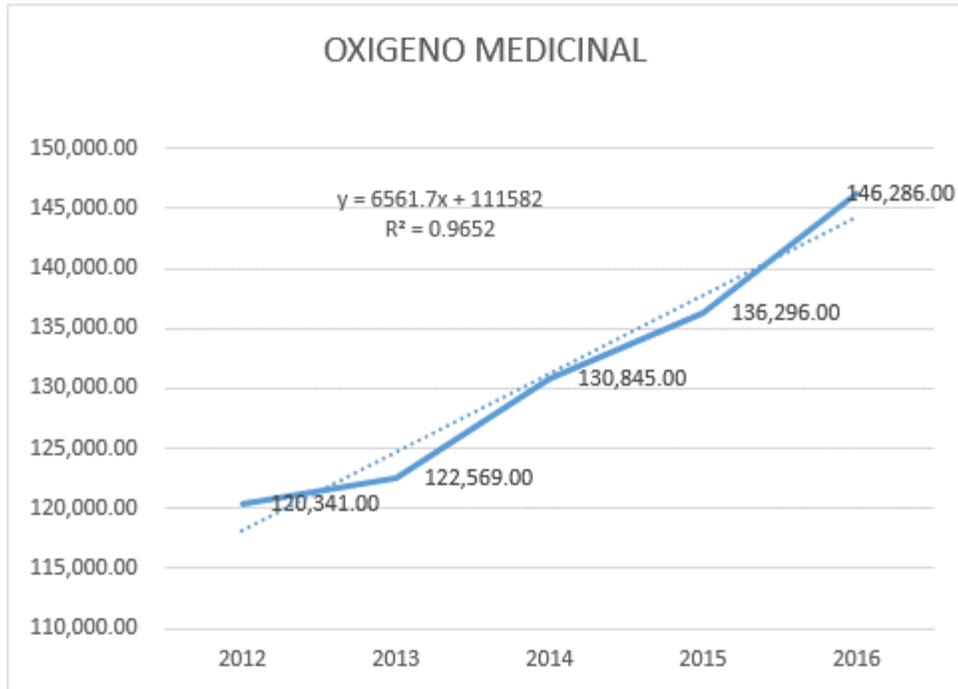
Elaboración propia



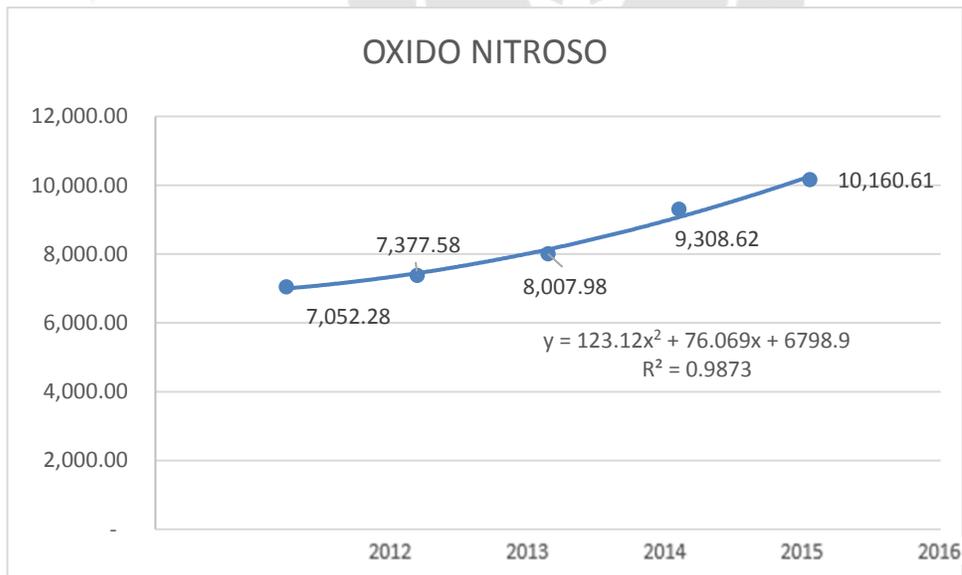
Elaboración propia



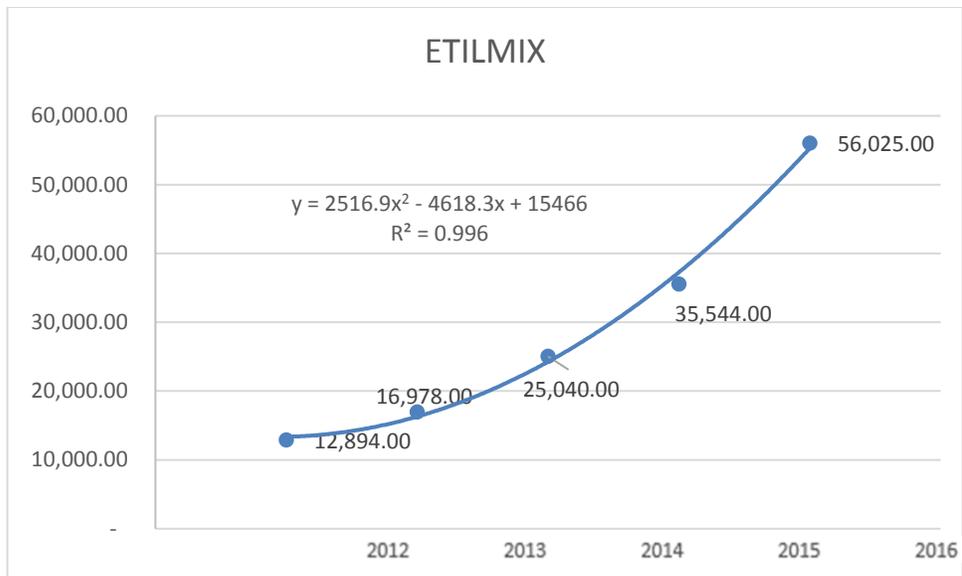
Elaboración propia



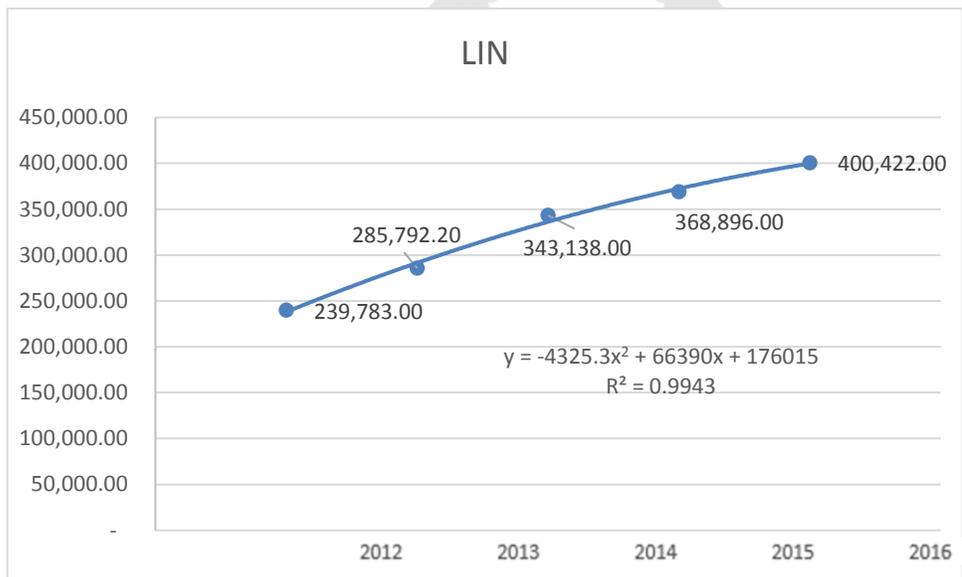
Elaboración propia



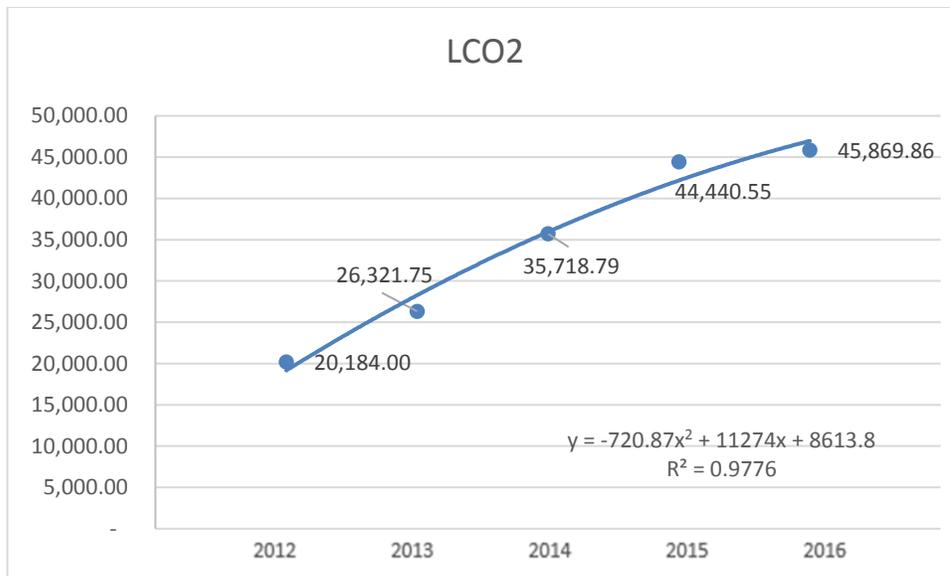
Elaboración propia



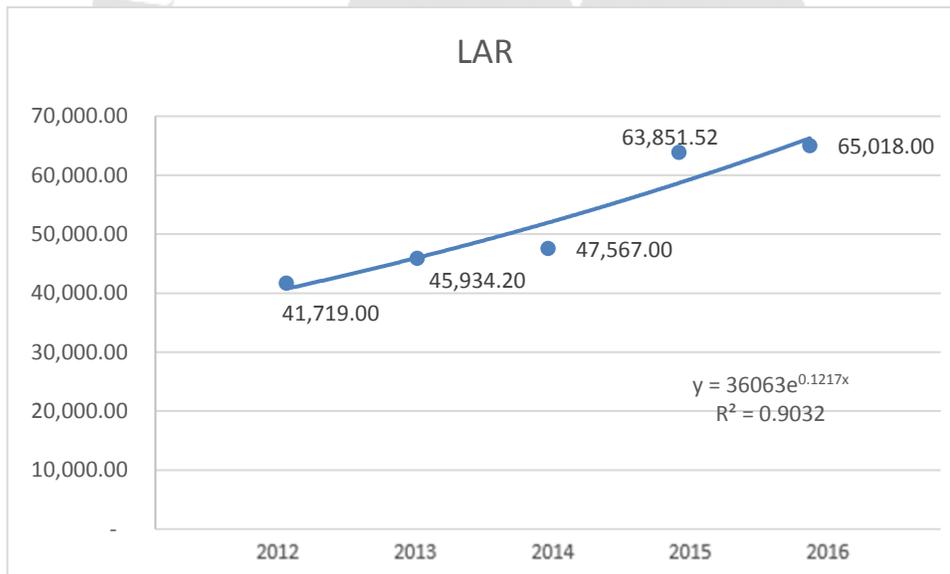
Elaboración propia



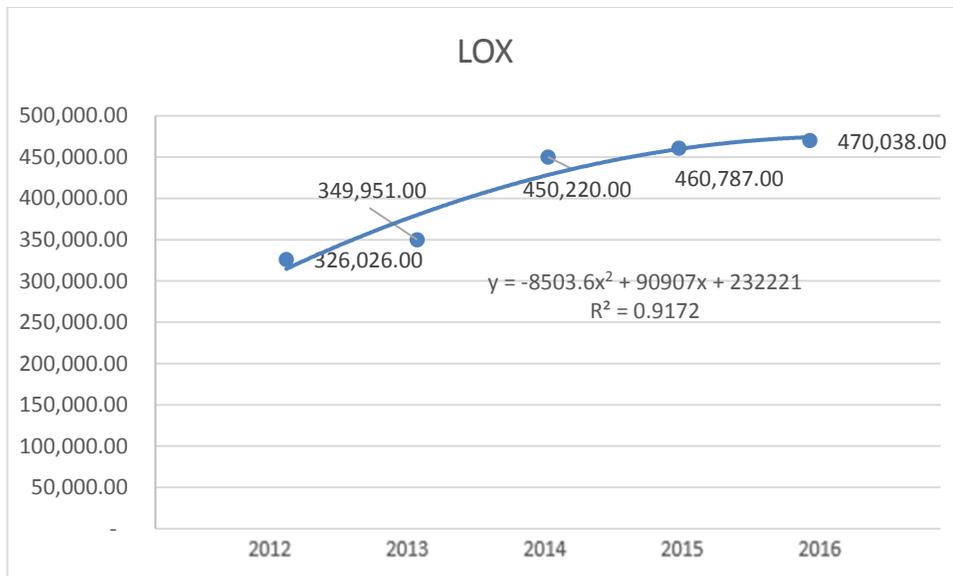
Elaboración propia



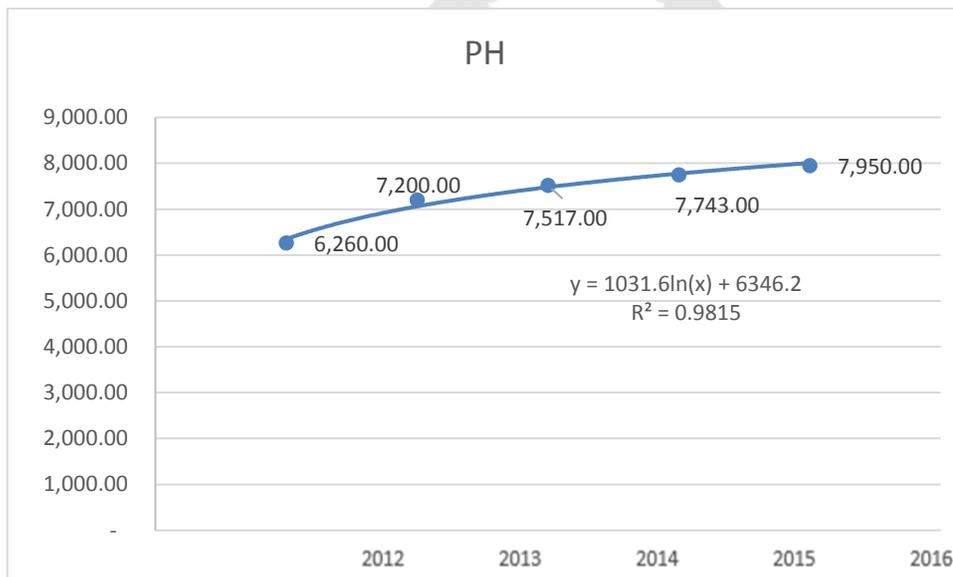
Elaboración propia



Elaboración propia



Elaboración propia



Elaboración propia

ANEXO 4: Algunos equipos empleados en el envasado

<p style="text-align: center;">MANIFOLD</p> 	<p style="text-align: center;">PANEL DE MANDO</p> 
<p style="text-align: center;">TANQUE VERTICAL</p> 	<p style="text-align: center;">INTERCAMBIADOR DE CALOR</p> 
<p style="text-align: center;">PANEL DE MANDO GENERAL</p> 	<p style="text-align: center;">ENVALVULADORA</p> 
<p style="text-align: center;">CHAQUETA</p>	<p style="text-align: center;">VOLTEADOR DE CILINDROS</p>



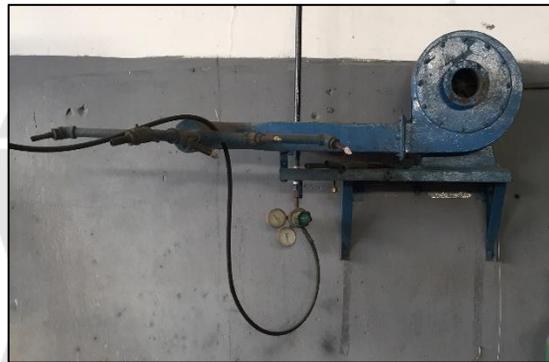
PANEL DE CONTROL



SECADOR DE CILINDROS



CAÑO



COMPRESOR DE AIRE



Fuente: Messer Gases del Perú, (2017)

ANEXO 5: Cálculo del ingreso por familia

FAMILIA	PRODUCTO	CANTIDAD	UND	PRECIO/MB	ADICIONAL	INGRESO
1	AIRE MEDICINAL CON PH VIGENTE	46,213.00	m ³	20	0	924260
1	OXIDO NITROSO CON PH VIGENTE	23,281.82	m ³	40	0	931272.7273
1	OXIGENO MEDICINAL CON PH VIGENTE	116,576.00	m ³	15	0	1748640
2	ARGON CON PH VIGENTE	154,685.00	m ³	30	0	4640550
2	FERROLINE 80 CON PH VIGENTE	376,788.00	m ³	24	0	9042912
2	NITROGENO CON PH VIGENTE	105,199.00	m ³	15	0	1577985
2	OXIGENO CON PH VIGENTE	447,903.00	m ³	10	0	4479030
3	LAR CON NER VIGENTE	52,451.52	m ³	20	0	1049030.4
3	LCO2 CON NER VIGENTE	48,519.44	m ³	12	0	582233.3333
3	LIN CON NER VIGENTE	214,224.00	m ³	12	0	2570688
3	LIN MEDICINAL CON NER VIGENTE	132,772.00	m ³	14	0	1858808
3	LOX CON NER VIGENTE	109,141.00	m ³	8	0	873128
3	LOX MEDICINAL CON NER VIGENTE	192,585.00	m ³	10	0	1925850
4	DIOXIDO DE CARBONO CON PH VIGENTE	700,481.11	m ³	15	0	10507216.67
5	ETILMIX CON PH VIGENTE	5,488.00	m ³	15	0	82320
6	AIRE MEDICINAL CON PH VENCIDO	1,800.00	m ³	20	35	42300
6	OXIDO NITROSO CON PH VENCIDO	712.80	m ³	40	35	31006.8
6	OXIGENO MEDICINAL CON PH VENCIDO	590.00	m ³	15	35	10915
7	ARGON CON PH VENCIDO	7,950.00	m ³	30	35	266325
7	FERROLINE 80 CON PH VENCIDO	6,870.00	m ³	24	35	188925
7	NITROGENO CON PH VENCIDO	5,450.00	m ³	15	35	100825
7	OXIGENO CON PH VENCIDO	23,450.00	m ³	10	35	316575
8	LAR CON NER VENCIDO	1,800.00	m ³	20	0	36000
8	LCO2 CON NER VENCIDO	194.40	m ³	12	0	2332.8
8	LIN CON NER VENCIDO	900.00	m ³	12	0	10800
8	LIN MEDICINAL CON NER VENCIDO	300.00	m ³	14	0	4200
8	LOX CON NER VENCIDO	4,500.00	m ³	8	0	36000
8	LOX MEDICINAL CON NER VENCIDO	300.00	m ³	10	0	3000
9	DIOXIDO DE CARBONO CON PH VENCIDO	611,277.78	m ³	15	35	11308638.89
10	ETILMIX CON PH VENCIDO	570.00	m ³	15	35	10545
11	AIRE MEDICINAL CON PH VENCIDO NO APROBADO	20.00	m ³	0	35	70
11	OXIDO NITROSO CON PH VENCIDO NO APROBADO	-	m ³	0	35	0
11	OXIGENO MEDICINAL CON PH VENCIDO NO APROBADO	10.00	m ³	0	35	35
12	ARGON CON PH VENCIDO NO APROBADO	100.00	m ³	0	35	350
12	DIOXIDO DE CARBONO CON PH VENCIDO NO APROBADO	500.00	m ³	0	35	1750
12	FERROLINE 80 CON PH VENCIDO NO APROBADO	80.00	m ³	0	35	280
12	NITROGENO CON PH VENCIDO NO APROBADO	70.00	m ³	0	35	245
12	OXIGENO CON PH VENCIDO NO APROBADO	120.00	m ³	0	35	420
13	LAR CON NER VENCIDO NO APROBADO	-	m ³	0	0	0
13	LCO2 CON NER VENCIDO NO APROBADO	-	m ³	0	0	0
13	LIN CON NER VENCIDO NO APROBADO	-	m ³	0	0	0
13	LIN MEDICINAL CON NER VENCIDO NO APROBADO	-	m ³	0	0	0
13	LOX CON NER VENCIDO NO APROBADO	-	m ³	0	0	0
13	LOX MEDICINAL CON NER VENCIDO NO APROBADO	-	m ³	0	0	0
14	ETILMIX CON PH VENCIDO NO APROBADO	10.00	m ³	0	35	35
15	AIRE MEDICINAL CON PH VIGENTE QUE NECESITA PINTURA	4,670.00	m ³	20	30	107410
15	OXIDO NITROSO CON PH VIGENTE QUE NECESITA PINTURA	2,500.00	m ³	40	30	107500
15	O2 MEDICINAL CON PH VIGENTE QUE NECESITA PINTURA	9,000.00	m ³	15	30	162000
16	ARGON CON PH VIGENTE QUE NECESITA PINTURA	5,380.00	m ³	30	30	177540
16	FERROLINE 80 CON PH VIGENTE QUE NECESITA PINTURA	5,150.00	m ³	24	30	139050
16	N2 CON PH VIGENTE QUE NECESITA PINTURA	5,660.00	m ³	15	30	101880
16	OXIGENO CON PH VIGENTE QUE NECESITA PINTURA	440.00	m ³	10	30	5720
17	LAR CON NER VIGENTE QUE NECESITA MANTENIMIENTO	-	m ³	0	0	0
17	LCO2 CON NER VIGENTE QUE NECESITA MANTENIMIENTO	-	m ³	0	0	0
17	LIN CON NER VIGENTE QUE NECESITA MANTENIMIENTO	-	m ³	0	0	0
17	LIN MEDICINAL CON NER VIGENTE QUE NECESITA MANTENIMIENTO	-	m ³	0	0	0
17	LOX CON NER VIGENTE QUE NECESITA MANTENIMIENTO	-	m ³	0	0	0
17	LOX MEDICINAL CON NER VIGENTE QUE NECESITA MANTENIMIENTO	-	m ³	0	0	0
18	DIOXIDO DE CARBONO CON PH VIGENTE QUE NECESITA PINTURA	25,111.11	m ³	15	30	452000
19	ETILMIX CON PH VIGENTE QUE NECESITA PINTURA	2,150.00	m ³	15	30	38700

(Continúa)

(Continuación)

20	AIRE MEDICINAL CON PH VENCIDO QUE NECESITA PINTURA	360.00	m3	20	65	9540
20	OXIDO NITROSO CON PH VENCIDO QUE NECESITA PINTURA	500.00	m3	40	65	23250
20	OXIGENO MEDICINAL CON PH VENCIDO QUE NECESITA PINTURA	120.00	m3	15	65	2580
21	ARGON CON PH VENCIDO QUE NECESITA PINTURA	1,590.00	m3	30	65	58035
21	FERROLINE 80 CON PH VENCIDO QUE NECESITA PINTURA	1,370.00	m3	24	65	41785
21	NITROGENO CON PH VENCIDO QUE NECESITA PINTURA	1,090.00	m3	15	65	23435
21	OXIGENO CON PH VENCIDO QUE NECESITA PINTURA	4,690.00	m3	10	65	77385
22	DIOXIDO DE CARBONO CON PH VENCIDO QUE NECESITA PINTURA	5,666.67	m3	15	65	121833.3333
23	ETILMIX CON PH VENCIDO QUE NECESITA PINTURA	110.00	m3	15	65	2365
24	ARGON CON RECLAMO FUNDADO	430.00	m3	0	0	0
24	FERROLINE 80 CON RECLAMO FUNDADO	16,250.00	m3	0	0	0
24	NITROGENO CON RECLAMO FUNDADO	150.00	m3	0	0	0
24	OXIGENO CON RECLAMO FUNDADO	640.00	m3	0	0	0
26	AIRE MEDICINAL CON RECLAMO FUNDADO	-	m3	0	0	0
26	OXIDO NITROSO CON RECLAMO FUNDADO	-	m3	0	0	0
26	OXIGENO MEDICINAL CON RECLAMO FUNDADO	-	m3	0	0	0
27	DIOXIDO DE CARBONO CON RECLAMO FUNDADO	39,944.44	m3	0	0	0
28	ETILMIX CON RECLAMO FUNDADO	30.00	m3	0	0	0
29	LAR CON RECLAMO FUNDADO	1,500.00	m3	0	0	0
29	LCO2 CON RECLAMO FUNDADO	666.67	m3	0	0	0
29	LIN CON RECLAMO FUNDADO	5,100.00	m3	0	0	0
29	LIN MEDICINAL CON RECLAMO FUNDADO	600.00	m3	0	0	0
29	LOX CON RECLAMO FUNDADO	3,600.00	m3	0	0	0
29	LOX MEDICINAL CON RECLAMO FUNDADO	600.00	m3	0	0	0
25	AIRE MEDICINAL CON RECLAMO INFUNDADO	-	m3	20	0	0
25	ARGON CON RECLAMO INFUNDADO	-	m3	30	0	0
25	DIOXIDO DE CARBONO CON RECLAMO INFUNDADO	930.00	m3	15	0	13950
25	FERROLINE 80 CON RECLAMO INFUNDADO	700.00	m3	24	0	16800
25	OXIDO NITROSO CON RECLAMO INFUNDADO	-	m3	40	0	0
25	NITROGENO CON RECLAMO INFUNDADO	-	m3	15	0	0
25	OXIGENO CON RECLAMO INFUNDADO	-	m3	10	0	0
25	OXIGENO MEDICINAL CON RECLAMO INFUNDADO	-	m3	15	0	0
25	ETILMIX CON RECLAMO INFUNDADO	-	m3	15	0	0
30	LAR CON RECLAMO INFUNDADO	7,800.00	m3	20	0	156000
30	LCO2 CON RECLAMO INFUNDADO	1,666.67	m3	15	0	25000
30	LIN CON RECLAMO INFUNDADO	9,000.00	m3	12	0	108000
30	LIN MEDICINAL CON RECLAMO INFUNDADO	5,400.00	m3	14	0	75600
30	LOX CON RECLAMO INFUNDADO	5,100.00	m3	8	0	40800
30	LOX MEDICINAL CON RECLAMO INFUNDADO	8,400.00	m3	10	0	84000

Elaboración propia

**ANEXO 6: Plano actual de la empresa Messer Gases sede
Callao.**

LEYENDA	
NUMERO	AREA
1	CILINDROS NO CONFORMES
2	CARGA/DESCARGA M374
3	CARGA/DESCARGA M379
4	CARGA/DESCARGA M382
5	CARGA/DESCARGA M383
6	CARGA/DESCARGA M376
7	CILINDROS LLENOS CLIENTES OFICINA
8	CILINDROS LLENOS ACETILENO CLIENTES
9	CILINDROS LLENOS ACETILENO MESSER
10	CILINDROS MALOS ACETILENO
11	CILINDROS LLENOS ACETILENO 2,6 AA / HIDROGENO
12	CILINDROS LLENOS HIDROGENO / HELIO UHP
13	CILINDROS LLENOS MEZCLAS ESPECIALES
14	CILINDROS LLENOS FERROLINE / ARGON UHP
15	CILINDROS LLENOS DE PROVINCIA
16	PRODUCTOS NO CONFORMES
17	OFICINA DE ENVASADO
18	ANALIZADOR DE CO2
19	REMOVEDOR DE TRAZAS DE OXIGENO
20	CILINDROS NO CONFORMES
21	ANALIZADOR TELEDYNE
22	GASES PATRON
23	PANEL DE MANDO GOX
24	MANIFOLD DE LLENADO DE OXIGENO 1
25	MANIFOLD DE LLENADO DE OXIGENO 2
26	MANIFOLD DE LLENADO DE NITROGENO
27	MANIFOLD DE LLENADO DE ARGON / FERROLINE
28	CILINDROS VACIOS DE FERROLINE
29	CILINDROS VACIOS DE FERROLINE PROVINCIA
30	CILINDROS VACIOS ARGON
31	CILINDROS VACIOS DE ARGON PROVINCIA
32	CILINDROS VACIOS DE NITROGENO
33	CILINDROS VACIOS DE NITROGENO, AIRE Y MEZCLAS PROVINCIA
34	CILINDROS VACIOS MEZCLA
35	CILINDROS NO RECLAMADOS
36	CILINDROS LLENOS DE ACETILENO E HIDROGENO PROVINCIA
37	ACETILENO M383/M378
38	ACETILENO M376/M379
39	CILINDROS VACIOS DE OXIGENO INDUSTRIAL
40	PANEL ELECTRICO

41	CILINDROS PARA PINTURA
42	CILINDROS PARA MANTENIMIENTO
43	CILINDROS VACIOS DE CO2
44	CILINDROS LLENOS DE CO2
45	CILINDROS LLENOS DE CO2 PROVINCIA
46	CILINDROS SELECCIONADOS PARA LLENAR
47	MANIFOLD DE LLENADO DE CO2
48	MANIFOLD DE LLENADO DE MEZCLAS
49	CILINDROS LLENOS DE MEZCLAS
50	CILINDROS VACIOS DE MEZCLAS
51	AREA DE PRUEBA HIDROSTATICA
52	CILINDROS PARA MANTENIMIENTO
53	TERMAS VACIAS
54	TERMAS APROBADAS
55	TERMAS PARA MANTENIMIENTO
56	CILINDROS PARA PH
57	CILINDROS PARA PH PROVINCIA
58	CILINDROS PROBADOS
59	CILINDROS PROBADOS PROVINCIA
60	TERMAS PARA MANTENIMIENTO
61	CILINDROS DESAPROBADOS
62	BALANZA PH
63	VOLTEADOR DE CILINDROS
64	MANIFOLD N2O
65	CILINDROS PARA MANTENIMIENTO
66	CILINDROS DE AIRE MEDICINAL VACIOS
67	CILINDROS DE OXIGENO MEDICINAL VACIOS
68	PRODUCTOS NO CONFORMES
69	CILINDROS DE AIRE MEDICINAL LLENOS
70	CILINDROS DE OXIGENO MEDICINAL LLENOS
71	CILINDROS PARA MUESTREO
72	CILINDROS EN CUARENTENA
73	MANIFOLD DE AIRE MEDICINAL
74	MANIFOLD DE OXIGENO MEDICINAL 1
75	MANIFOLD DE OXIGENO MEDICINAL 2
76	PRODUCTO CONFORME
77	PRODUCTO NO CONFORME
78	GASES PATRON
79	PRODUCTOS PARA ANALISIS
80	PRODUCTO PARA ANALISIS

Elaboración propia





ANEXO 8: Cotizaciones



RUC : 20101364403

Calle uno 2do. sector Mz. "F" Lote "11" Urb.
Aeropuerto Callao
Telf. : 572-0439 Cel. 998670937 / 998673718
ventas@memsac.net / mem-sac@hotmail.com

COTIZACION N° 153652

FECHA: 21/12/2016
CLIENTE: MESSER GASES DEL PERU S.A
DIRECCION: ARGENTINA N° 2228 URB. MARANGA - CALLAO
TELEFONO: 413-1000 **RUC:** 20382072023
ATENCION: ING. LUDWIG MENDOZA **EMAIL:** ludwig.mendoza@messergroup.com.pe

IT	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
01	Carretilla cilindros	und	4	150	600.00
02	Carretilla termas	und	5	220	1,100.00
				Total	S/. 1,700.00

CONDICIONES COMERCIALES

CONDICIÓN DE PAGO : FACTURA 30 DIAS
TIEMPO DE ENTREGA : 10 DIAS
MONEDA : NUEVO SOLES
T.C. : 3.227
VALIDES DE OFERTA : 03 DIAS
OBSERVACIONES :
SOLICITUD ING. FELIX BUSTILLOS.

MEM S.A.C.

VENTAS
Montoya Ramirez, Miguel Angel

Fuente: Messer Gases del Perú, (2016)

CODIGO: 352 XAKMN
 SERVICIO: CONSTRUCCION CIVIL
 CLIENTE: MESSER GASES DEL PERÚ S.A - Av. Argentina 2228, Callao
 ATENCION: Ing. Ludwig Mendoza
 COORD.TEC Jose Marticorena RPC: 997701873

FECHA: Diciembre 2018

ITEM	DESCRIPCION	UND	PRECIO	TOTAL
1.00.00	Construcción civil- todo costo		859,464.13	
2.00.00	Pintado de señalizaciones- todo costo		22,300.00	
TOTAL				881,764.13

Notas Son S/. 881,764.13 soles
 Precio a todo costo incluye no incluye IGV
 Un año de garantía
 Tiempo de entrega: 13 meses
 Validez de oferta: 15 días

 Trabajos realizados en domingos y feriados
 Trabajos realizados cumpliendo normas de seguridad establecidas por Messer Gases del Perú S.A

Fuente: Messer Gases del Perú, (2018)

ANEXO 9: Datos que se tomaron en cuenta para el análisis financiero

HISTORIAL							
Año	2012	2013	2014	2015	2016	SUMA	cil/acc
Periodo	1	2	3	4	5		
# accidentes	12	19	21	25	36	113	
# cil dañados	624	760	1323	1325	1044	5076	44.92

Elaboración propia

PROYECCIÓN				
AÑO	a	X	b	# Accidentes
2017	5.4	6	6.4	39.000
2018	5.4	7	6.4	45.000
2019	5.4	8	6.4	50.000
2020	5.4	9	6.4	55.000
2021	5.4	10	6.4	61.000
2022	5.4	11	6.4	66.000
2023	5.4	12	6.4	72.000
2024	5.4	13	6.4	77.000
2025	5.4	14	6.4	82.000
2026	5.4	15	6.4	88.000

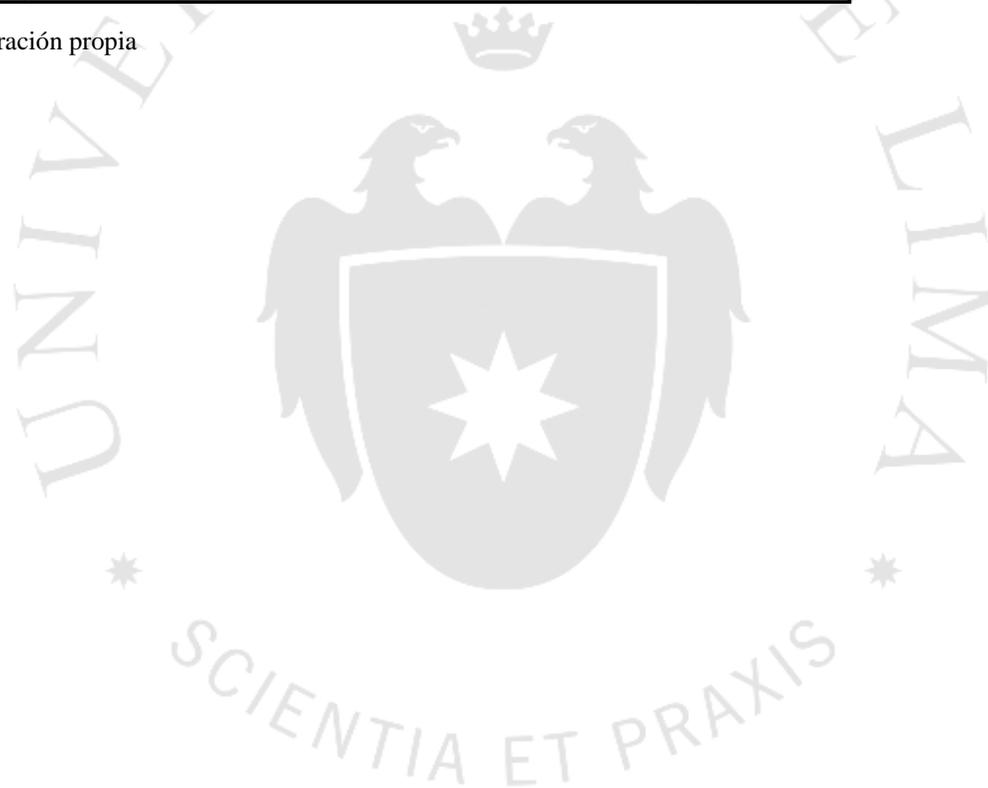
Elaboración propia

Costo por cilindro dañado	
REPUESTO	Costo soles
Válvula	85
Protector	35
Manubrio	8
Pintura	20
TOTAL	148

Elaboración propia

COSTO TOTAL				
AÑO	# ACCIDENTES	# CILINDROS DAÑADOS por accidente de bloqueo en vías	# CILINDROS TOTAL	COSTO
2017	39	45	1,755	259,740
2018	45	45	2,025	299,700
2019	50	45	2,250	333,000
2020	55	45	2,475	366,300
2021	61	45	2,745	406,260
2022	66	45	2,970	439,560
2023	72	45	3,240	479,520
2024	72	45	3,240	479,520
2025	72	45	3,240	479,520
2026	72	45	3,240	479,520

Elaboración propia



ANEXO 10: Toma de tiempo con vías libres

DATOS		RESÚMEN							
OPERADOR	Pedro Velarde	ACTIVIDAD	NÚMERO						
OPERACIÓN	Envasado de producto gaseoso	Operación	20						
FECHA	15/08/2016	Transporte	11						
TURNO	MAÑANA	Espera	0						
NÚMERO DE CILINDROS	100	Inspección	4						
HORA DE INICIO	07:00 AM	Almacenamiento	1						
HORA DE FIN	03:00 PM	Distacia (m)							
DURACIÓN	8 horas	Tiempo	8 horas						
DESCRIPCIÓN	D (m)	T (min)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
			○	⇨	D	□	▽		
1	Inspeccionar y separar cilindros		00:06						
2	Transportar los cilindros hacia el manifold		00:10						
3	Ubicar los cilindros en el manifold		00:15						Se llevan de dos en dos Se ubican de dos en dos
4	Asegurar los cilindros con los estrobo y ajustar el pigtail, poner cadena de seguridad.		00:10						Se asegura de dos en dos
5	Abrir válvulas de gas y líquido en tanque estacionario		00:03						
6	Encender bomba desde el panel del manifold y llenar cilindros		00:02						
8	Verificar y quitar etiquetas en mal estado y etiquetas con información del lote pasado. Mientras se llenan los cilindros		04:40						
9	Imprimir, sacar copia y pegar las etiquetas del nuevo lote y etiquetas necesarias		00:03						
10	Pistolear y verificar el llenado en el SAP		00:04						
11	Cerrar válvula y verificar si la temperatura de los cilindros es la misma		00:05						
12	Hacer prueba de fuga a 500 psig		00:04						
13	Controlar la presión de trabajo		00:04						
14	Hacer la segunda prueba de fuga a 1500 psig		00:02						
15	Verificar e ir cerrando las válvulas de los cilindros según capacidad		00:03						
16	Apagar la bomba		00:02						
17	Ventear líneas y desajustar pigtails, retirar estrobo de seguridad		00:07						
18	Precintar		00:05						
19	Transportar los cilindros en almacén		00:10						
20	Almacenar		0						
TOTAL			06:15	12	2	0	7	1	

Elaboración propia