

Estudio de prefactibilidad del mejoramiento técnico
del proceso de producción de aire medicinal

Diana Patricia Maya Núñez
Dianamayanu@eafit.edu.co

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
magíster en Gerencia de Proyectos

Asesor
Alberto Elías Muñoz Santiago
Coordinador de la maestría en Administración y Finanzas
Universidad del Norte

Universidad EAFIT
Escuela de Administración
Maestría en Gerencia de Proyectos
Medellín
2017

Contenido

Introducción	11
1 Situación en estudio – problema.....	12
1.1 Descripción de la situación actual	12
1.2Fórmulación del problema	14
1.3Justificación del trabajo de grado	14
1.4.....	Objetivos
.....	15
1.4.1 Objetivo general.	15
1.4.2. Objetivos específicos.....	15
2 Marco de referencia conceptual	16
2.1 Reseña histórica de Cryogas S. A.	18
2.2 Antecedentes históricos	18
2.3Bases	teóricas
.....	19
3 Metodología	25
3.1 Tipo de investigación.....	25
3.2 Método de investigación.....	25
3.3 Fuentes de información.....	25
3.3.1 Fuente de datos primaria.....	25
3.3.2 Fuentes de datos secundarias.....	25
3.3Presentación y análisis de resultados	26
4 Estudio del entorno	27
4.1Matriz	Pestle.
.....	27
4.2Análisis	Pace.
.....	29
4.2.1 Presiones (<i>pressures</i>).....	29
4.2.2 Acciones (<i>actions</i>)	30
4.2.3 Capacidades (<i>capabilities</i>).....	30
4.2.4 Facilitadores (<i>enablers</i>).....	30
5 Evolución del mercado	31
5.1 Matriz dofa.....	31
5.2 Caracterización del mercado.....	33
5.3 Evolución del producto	36

5.3.1 Evolución de los precios vs. el volumen.	36
6 Estudio técnico.....	39
6.1 Análisis de la cadena de valor.	39
6.2 Descripción detallada del proceso actual sin proyecto	48
6.3 Descripción del proceso con proyecto.	52
6.4 Descripción de los equipos y su ubicación	56
6.4.1 Descripción de los equipos.....	56
6.4.2 Ubicación.....	56
6.5 Costos de producción.....	56
7 Impacto organizacional y legal.....	59
7.1 Impacto organizacional.....	59
7.1.1 Cultura organizacional.....	59
7.1.2 Pilares.....	59
7.1.3 Organigrama del proyecto.....	59
7.2 Legal	60
8 Evaluación financiera.....	61
8.1 Ingresos	61
8.1.1 Crecimiento sectorial	62
8.1.2 Proyección de ingresos por venta de producto. Situación con proyecto.....	63
8.2 Egresos	64
8.2.1 Gastos de administración y ventas.....	65
8.2.2 Gastos de mantenimiento.....	65
8.2.3 Gastos financieros.....	66
8.2.4 Otros egresos.	68
8.3 Costo de oportunidad	68
9 Conclusiones.....	75
Referencias.....	80

Lista de tablas

Tabla 1. Misión, visión y pilares de Cryogas S. A.	13
Tabla 2. Principios de administración de Fayol, antes y ahora.....	17
Tabla 3. Matriz Pestle	28
Tabla 4. Análisis Pace.....	29
Tabla 5. Matriz dofa.....	31
Tabla 6. Precio vs. volumen.....	36
Tabla 7. Temperatura de los gases	43
Tabla 8. Listado de actividades y tiempos	51
Tabla 9. Nueva lista de actividades con tiempos	54
Tabla 10. Descripción de los equipos	56
Tabla 11. Costos de producción con proyecto y sin él	56
Tabla 12. Resumen de los costos	58
Tabla 13. Pilares de la compañía	59
Tabla 14. Participación del mercado.....	62
Tabla 15. Inflación	63
Tabla 16. Proyección de ventas situación sin proyecto	63
Tabla 17. Proyección de cilindros / año. Situación con proyecto	63
Tabla 18. Proyección del sector en pesos	64
Tabla 19. Análisis de los costos variables sin proyecto.....	64
Tabla 20. Análisis de los costos variables con proyecto.....	65
Tabla 21. Financiación.....	66
Tabla 22. Amortización	66
Tabla 23. Cálculo de cuotas e intereses	67
Tabla 24. Costo de oportunidad.....	68
Tabla 25. Prima libre de riesgo	69
Tabla 26. Beta del sector.....	70
Tabla 27. Variables de puntuación de la prima de riesgo empresa.....	71
Tabla 28. Determinación de la prima de riesgo	72
Tabla 29. Costo de capital.....	72
Tabla 30. Flujo de caja sin inversión	73
Tabla 31. Flujo de caja con inversión	73
Tabla 32. Comparativo dofa	75
Tabla 33. Caracterización del mercado.....	77
Tabla 34. Ubicación en la cadena de valor y el flujograma.....	78
Tabla 35. Comparativo del proceso actual con el proceso con proyecto.....	79

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Esquema básico proceso actual.....	13
Ilustración 2. Objetivos específicos	26
Ilustración 3. Cadena de valor	39
Ilustración 4. Flujograma de materia prima.....	40
Ilustración 5. Imagen de una planta ASU	40
Ilustración 6. Filtración.....	41
Ilustración 7. Compresión.....	41
Ilustración 8. Enfriamiento	42
Ilustración 9. Purificación.....	43
Ilustración 10. Expansión.....	43
Ilustración 11. Almacenamiento criogénico	44
Ilustración 12. Carro tanque de transporte de líquido criogénico.....	44
Ilustración 13. Cadena de valor	45
Ilustración 14. Logística de salida	46
Ilustración 15. Esquema básico del proceso actual.....	48
Ilustración 16. Imagen real del <i>manifold</i> de llenado.....	49
Ilustración 17. Diagrama general del proceso de llenado	50
Ilustración 19. Organigrama del proyecto	59

Lista de ecuaciones

Ecuación 1. Flujo de efectivo.....	22
Ecuación 2. Valor futuro, serie uniforme de flujos de efectivo	23
Ecuación 3. Valor presente, serie uniforme de flujo de efectivo	23
Ecuación 4. Valor presente	23
Ecuación 5. VPN.....	24
Ecuación 6. TIR-1	24
Ecuación 7. TIR-2.....	24
Ecuación 8. TIR-3.....	24

Lista de gráficas

Gráfica 1. Evolución de precios.....	37
Gráfica 2. Volumen vs. precio	38
Gráfica 3. Componentes del aire.....	41
Gráfica 4. Tiempo para la producción de 18 cilindros.....	52
Gráfica 5. Tiempo para la producción de 40 cilindros.....	55
Gráfica 6. Riesgo país	70

Agradecimientos

A mi padre, Arturo Maya, por infundir mi compromiso con el estudio y la academia como método de superación, aprendizaje y felicidad.

A mi esposo, Justin Todd, por su apoyo, su paciencia y por la motivación durante todos los años de academia.

A mi asesor de trabajo de grado, Alberto Muñoz, por sus enseñanzas, dedicación y compromiso con la elaboración del presente trabajo.

A mi amigo, Jairo Álvarez, por su incondicional apoyo, transferencia de conocimiento y disponibilidad.

Resumen

En el presente trabajo se analiza la prefactibilidad de un proyecto interno de Cryogas S. A., compañía con más de 60 años en el mercado colombiano que hace parte del grupo multinacional Air Products desde 2015.

El proyecto contempla la mejora de uno de los procesos productivos que se realiza en la estación de llenado del aire sintético medicinal en Barranquilla; dicho proceso se efectúa hace más de 20 años y presenta falencias técnicas, de calidad, de servicio y de seguridad.

Se plantean cinco objetivos específicos que permiten llegar al objetivo general planteado para el proyecto. Para tal fin, se realizan diferentes estudios, entre ellos el estudio del entorno, el de la evolución del mercado, el estudio técnico, organizacional y legal y el de evaluación económica; dichos estudios se desarrollaron por separado partiendo del Capítulo 5, con el estudio del entorno, y finalizaron en el Capítulo 10, con las conclusiones y recomendaciones, donde se sugiere realizar la inversión desde la perspectiva de mejorar la productividad y la seguridad de los métodos de trabajo, puesto que el proyecto genera beneficios reflejados en costos cuantificados en programas y en costos económicos asociados a aspectos legales laborales; el análisis económico, por otra parte, sustenta su viabilidad.

Palabras claves: *manifold*, aire sintético medicinal (ASM), gases comprimidos.

Abstract

This paper analyzes the prefeasibility of an internal project of Cryogas S. A., a company with more than 60 years in the Colombian market that is part of the multinational group Air Products since 2015.

The project contemplates the improvement of one of the productive processes that is carried out in the station of filling of the synthetic air in Barranquilla; this process was carried out more than 20 years ago and presents technical, quality, service and safety shortcomings.

There are five specific objectives that allow us to reach the overall objective for the project. To this end, different studies are carried out, among them the study of the environment, that of market evolution, the technical, organizational and legal study and the economic evaluation; these studies were developed separately from Chapter 5, with the study of the environment, and ended in Chapter 10, with the conclusions and recommendations, where it is suggested to make the investment from the perspective of improving productivity and safety of the methods of work, since the project generates benefits reflected in quantified costs in programs and in economic costs associated with labor legal aspects; economic analysis, on the other hand, supports its viability.

Keywords: manifold, synthetic medical air, compressed gases.

Introducción

En este documento se resume el análisis de prefactibilidad de un proyecto interno de Cryogas S. A., compañía con más de 60 años en el mercado colombiano adquirida en 2015 por el grupo multinacional Air Products. El proyecto consiste en la mejora de uno de los procesos productivos que se realizan en la estación de llenado de la compañía en Barranquilla.

Dentro del portafolio de productos y servicios de Cryogas S. A. se encuentra el aire sintético medicinal (en adelante ASM), producto dirigido al mercado de la salud, comúnmente usado en pacientes que no pueden respirar por sí mismos o que requieren terapias respiratorias u operaciones quirúrgicas; además, sirve como transporte de medicamentos en procesos analgésicos. Los grandes consumidores reciben el producto a través de compresores de aire certificados por el Invima, ventiladores de aire certificados o cilindros de alta presión, siendo este último el medio utilizado por la compañía y el caso de estudio para el presente proyecto.

El ASM se llena en cilindros de alta presión en la estación de llenado de Cryogas S. A. en Barranquilla desde hace más de 20 años; sin embargo, existen falencias técnicas, de calidad, de servicio y de seguridad, con lo cual surge la oportunidad y el apoyo de la compañía para realizar este proyecto. Para su estructuración se realizó un diagnóstico de la situación actual y se planteó un mejoramiento técnico al proceso, apuntando a los objetivos estratégicos de la organización: seguridad, simplicidad, velocidad y autoconfianza, con una visión en la rentabilidad del negocio.

Cada estudio que se presenta en este trabajo de grado se fue desarrollado por separado a partir del Capítulo 4, que busca analizar el entorno del proyecto desde las perspectivas políticas, económicas, sociales, tecnológicas, legales y ambientales, a través de la matriz Pestel y la matriz Pace; en el Capítulo 5 se realiza un análisis de la evolución de mercado haciendo uso de la matriz dofa para considerar las debilidades, las oportunidades, las fortalezas y las amenazas, y se presenta un cuadro de la evolución precio volumen en los últimos cinco años; en el Capítulo 6 se presenta el análisis técnico detallado del proceso, los diagramas de flujo, la información técnica relevante y el análisis de la cadena de valor; en Capítulo 7 se evalúa el impacto en la estructura organizacional y legal; en el Capítulo 8 se presenta en detalle el análisis financiero del proyecto con sus resultados; y, finalmente, en el Capítulo 9 se presentan las conclusiones y las recomendaciones.

Para alcanzar los objetivos planteados en cada capítulo se aplican los conocimientos aprendidos en la maestría de Gerencia de Proyectos y se usan fuentes de la literatura de prefactibilidad existentes: *Evaluación económica de proyectos de inversión*, de Rodrigo Varela; *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*, de Raúl Coss Bu; *Evaluación financiera de proyectos*, de Elkin A. Gómez y Jhon M. Díez Benjumea; y *Proyectos de creación de empresa*, de Jairo Rodríguez Mera. También se examinan otras fuentes de investigación enfatizadas en la investigación de proyectos como la Andi (la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia), el BID (el Banco Interamericano de Desarrollo) y otras entidades colombianas involucradas en la gerencia de proyectos, y en centros de educación superior.

1 Situación en estudio. Problema

1.1 Descripción de la situación actual

El presente estudio se enmarca en el sector de los gases del aire, que se utilizan en diferentes sectores de la industria como hospitales, clínicas, laboratorios de universidades, laboratorios de análisis de calidad, la industria petrolera, petroquímica, alimenticia y en general en todas las industrias donde se requiere el uso de gases para procesos productivos y de calidad.

El 70 % de los gases producidos en Colombia son envasados por grandes compañías multinacionales con presencia a nivel mundial. Las tres compañías que lideran el mercado en Colombia son Praxair, de origen norteamericano, con presencia en más de 50 países y con 100 años de experiencia en el mercado de gases del aire; el Grupo Linde, de origen alemán, la compañía más grande a nivel mundial, con presencia en más de 100 países y con aproximadamente 60.000 empleados; y Cryogas S. A., del Grupo Air Products, con un tamaño en participación del mercado similar al de Praxair. El 30 % del mercado restante lo atienden compañías medianas de origen colombiano como Oxiviva, Fonos Gases Industriales y Medicinales y Oxi Express, según el informe de la Andi de abril de 2016.

En 2016 las compañías Linde y Praxair se fusionaron y la compañía resultante de la fusión adoptó el nombre de Linde. La reducción de costes, las economías de escala y las mejoras de eficiencia permitirán a la nueva empresa generar unas sinergias anuales de USD 1.000 millones según la publicación del Economista el 20 de diciembre de 2016.

Para Cryogas S. A. actualmente existen dos amenazas del entorno enfocadas en el mercado: la fusión de Linde con Praxair y la entrada al mercado colombiano de la compañía Air Liquide, de origen francés, que llega al país mediante un contrato con Cola-Cola Femsa, la mayor embotelladora de productos Coca-Cola en el mundo y la más grande en la región latinoamericana, que construirá una planta de producción de dióxido de carbono.

Este proyecto está enfocado en el proceso productivo del ASM, un producto con alta demanda en el mercado medicinal. Cryogas S. A. suministra el producto a través de cilindros de alta presión; actualmente la producción de ASM se realiza con dos equipos llamados *manifold* de llenado,¹ uno de ellos destinado para la inyección de nitrógeno y el otro destinado para la inyección de oxígeno; el proceso consiste en llenar un lote de cilindros con nitrógeno hasta un porcentaje del 79 % , realizar un traslado manual de los cilindros hacia el *manifold* de oxígeno y completar el llenado en el mismo lote de cilindros con un 21% de oxígeno.

El proceso actual ha funcionado durante los últimos 20 años y ha servido para atender la demanda del mercado; sin embargo, se han presentado dificultades en la prestación del servicio y la rentabilidad ha bajado con el paso de los años. Una disminución en los costos de producción podría

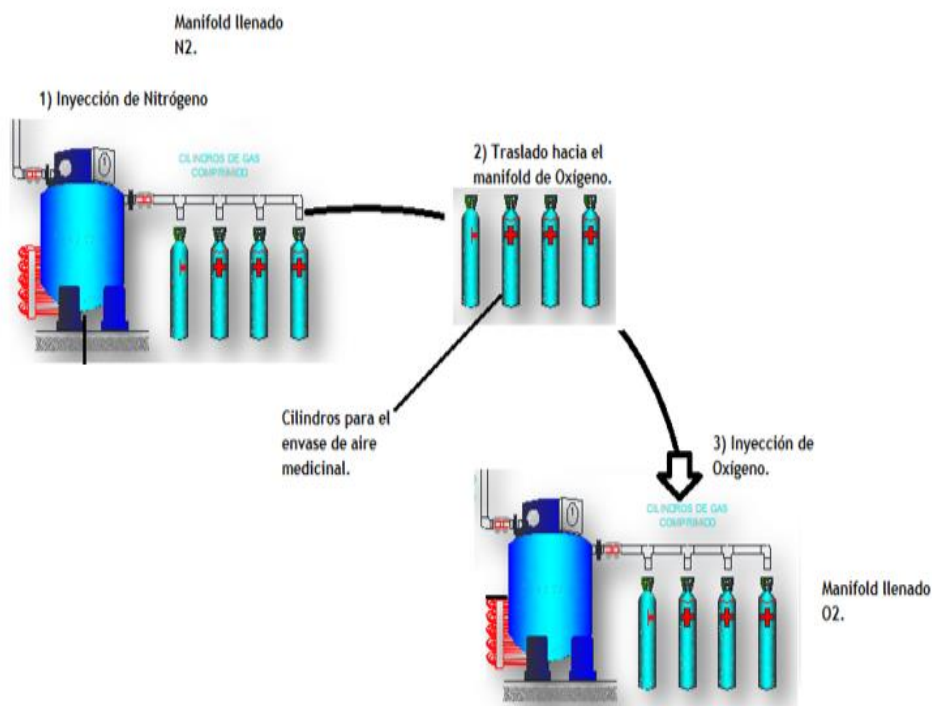
¹ *Manifold* de llenado: equipo utilizado para el llenado de múltiples cilindros de gases a alta presión, interconectados por mangueras de alta presión.

hacer una diferencia en la estructura de costos de la compañía; el proyecto está alineado a la misión y apunta a los pilares fundamentales de la compañía Cryogas S. A.: seguridad, simplicidad, velocidad y autoconfianza, que se presentan en la Tabla 1.

En la Ilustración 1 se observa un diagrama básico del proceso actual en la producción de ASM.

Ilustración 1. Esquema básico del proceso actual

5



Fuente: elaboración de la autora.

Tabla 1. Misión, visión y pilares de Cryogas S. A.

Visión			
Ser los mejores.			
Siendo los más seguros y rentables en Sudamérica, logrando la preferencia continua de los clientes y el compromiso de nuestros colaboradores			
Misión			
Mejoramos el mundo con soluciones avanzadas tan simples como el aire.			
Seguridad	Simplicidad	Velocidad	Autoconfianza
<ul style="list-style-type: none"> Somos responsables de nuestra seguridad. Nos cuidamos mutuamente. Pensamos, pensamos y pensamos antes de actuar 	<ul style="list-style-type: none"> Hacemos las cosas de la forma más simple. Buscamos superar la meta. 	<ul style="list-style-type: none"> Tomamos decisiones en forma oportuna. Tenemos una orientación hacia la productividad. 	<ul style="list-style-type: none"> Somos el equipo más capaz. Somos reconocidos. Contamos con las condiciones para lograr el éxito

Fuente: elaboración de la autora.

1.1 Formulación del problema

¿Existen beneficios financieros de una mejora técnica en el proceso productivo del ASM en la estación de llenado de Cryogas S. A. en Barranquilla?

1.2 Justificación del trabajo de grado

El entorno macroeconómico actual fuerza a las empresas a exigir rendimientos financieros más eficaces para poder seguir operando y obtener las utilidades esperadas por los accionistas, Cryogas S. A. no es ajena a estas condiciones del entorno y tiene como uno de sus objetivos estratégicos el aumento de la rentabilidad, que será alcanzado mediante dos estrategias: aumento de precios y disminución de costos.

Los proyectos son mecanismos utilizados para implementar cambios y servir como puntos de inflexión de tendencias; su nivel de éxito está directamente relacionado con el método de implementación y alineamiento a los objetivos estratégicos de las organizaciones. Por lo anterior, este proyecto está enfocado a la disminución de costos aumentando la velocidad del aparato productivo, específicamente en la producción de uno de los productos paretos de la compañía (el ASM), contribuyendo al logro de los objetivos estratégicos.

Los proyectos que tienen una metodología definida tienen mayores probabilidades de éxito; la estructuración de este proyecto sirve como base fundamental para la implementación de metodologías internas y el análisis y la medición de los impactos en proyectos de índole productiva.

El presente proyecto parte de la necesidad de impactar los resultados financieros de la compañía apuntando a sus lineamientos estratégicos. Se pretende identificar cómo afecta en la rentabilidad, la simplicidad, la seguridad, la velocidad y la autoconfianza una mejora técnica y una disminución en los costos de producción del ASM, para lo cual se definen las siguientes alternativas:

- Dejar el proceso como está y no realizar ninguna mejora
- Ampliar la capacidad de producción y mejorar técnicamente el *manifold* de llenado

Para ambas alternativas se analizaron los pros y los contras, teniendo en cuenta el espacio en la plataforma, el tamaño del nuevo equipo, el tamaño de la bomba y el tiempo de llenado que se tiene actualmente; se realizó un análisis cualitativo que sugiere que el mejoramiento técnico puede aumentar la eficiencia y la productividad del proceso. Teniendo en cuenta el respaldo de la compañía, los recursos económicos, el personal y el tiempo, se define dar paso a seleccionar esta alternativa y a proceder con los estudios de prefactibilidad para tener información más confiable antes de ejecutar el proyecto.

En cuanto al crecimiento profesional, la realización de este proyecto permite la aplicación de los conocimientos aprendidos durante los estudios de la maestría en Gerencia de Proyectos,

llevándolos a la vida real de manera práctica y concreta; la retroalimentación y el apoyo de las áreas internas de la compañía aportan conocimientos y experiencias nuevas que permiten al estudiante aumentar sus conocimientos en el área específica del proceso productivo de gases.

En el ámbito académico existen diferentes fuentes de información de los procesos productivos de gases de las empresas a nivel mundial; sin embargo, no existe información formal, documentada y específica de la mejora de procesos productivos en gases comprimidos dentro de las plantas, por lo cual este trabajo de grado será una base de estudio para futuras investigaciones.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la factibilidad desde el punto de vista financiero del mejoramiento técnico del proceso productivo de ASM de la empresa Cryogas S. A. en el distrito de Barranquilla, mediante un comparativo del proceso de producción actual con la mejora planteada.

1.3.2 Objetivos específicos

Se plantean seis objetivos específicos utilizando diversas herramientas que incluyen análisis de información y los estudios de diferentes aspectos, que contribuyen al logro del objetivo general del proyecto:

- Evaluar el entorno del proyecto desde el punto de vista estratégico mediante herramientas como la matriz Pestle, que permite describir el entorno, y el análisis Pace, que permite identificar si hay coherencia entre la situación actual de la empresa y el proyecto.
- Analizar la evolución del mercado en los últimos cinco años.
- Realizar el estudio técnico a través del análisis estratégico de la cadena de valor y el proceso de producción actual.
- Analizar el impacto del proyecto sobre la estructura organizacional y legal.
- Evaluar financieramente el proyecto mediante un análisis comparativo entre la situación actual y la situación con proyecto.

2 Marco de referencia conceptual

En una sociedad globalizada, de corte materialista y muy centrada en el crecimiento económico como la actual, se vuelve imperativa la eficiencia de las compañías para garantizar su supervivencia en el tiempo. Detrás de los procedimientos y la cultura organizacional existen procesos altamente ineficientes que impiden a las empresas cambiar al ritmo del mercado; este tipo de empresas tiene sistemas altamente controlados y burocráticos que dificultan el cambio.

Sin embargo, y pese a todas las dificultades, hoy en día una de las herramientas más poderosas para lograr el cambio, la eficiencia y eficacia de las compañías son los proyectos. Los proyectos tienen sus inicios desde los orígenes del hombre, aunque la palabra “proyecto” no era conocida en aquel entonces, los grandes inventos como la rueda, la lanza, el cuchillo y la generación del fuego fueron proyectos planteados y llevados a cabo con el fin de dar solución a un problema u oportunidad en concreto.

La evolución del concepto de los proyectos y su gestión ha sido afectada desde los inicios de las teorías de administración, donde se definieron conceptos y mecanismos que actualmente son usados para el análisis y la ejecución de proyectos. Uno de los referentes importantes en la introducción de conceptos fue Federick W. Taylor, en el siglo XIX, en la revolución del trabajo, con la escuela de la administración científica; otro referente importante es Henri Fayol, con la teoría clásica en la corriente de los anatomistas y fisiologistas de la organización, ambos con visiones muy distintas.

En la corriente de Taylor, “La preocupación básica era aumentar la productividad de la empresa mediante el aumento de la eficiencia a nivel operacional, esto es en el nivel de los operarios; de allí el énfasis en el análisis y en la división del trabajo operario” (Pelayo, 2009: 5). Este es un método de mucho control y estricto cumplimiento de las tareas asignadas, sin oportunidad de interferir de forma distinta el proceso, y hasta el día de hoy se tienen muchos de sus mecanismos vigentes.

Por otro lado está la teoría clásica de Fayol, que considera que las ciencias sociales juegan un papel importante en la organización e impactan su éxito o fracaso. Fayol propone unos principios que dan un giro a las teorías de administración existentes en el siglo XIX, y hoy en día sus principios son usados como base en las empresas, y aunque no se aplican en todo tipo de empresas, su contribución ha impactado la gestión actual de proyectos.

En la Tabla 2 se presenta un listado de los 14 principios de administración antes y ahora de Fayol, un marco de referencia para gerenciar las organizaciones efectivamente.

Tabla 2. Principios de administración de Fayol, antes y ahora

The 14 principles of management: then and now

Principle	Then	Now
1	Specialization in workers' job design	Generalization in workers' job design
2	Managers are empowered	Employees are empowered
3	Formalized controls	Informal, peer-pressure controls
4	Subordinates report to only one boss	Subordinates report to multiple bosses
5	Functions have only one plan and one boss	Functions have multiple plans and bosses
6	Employees are committed to the organization	Organization is committed to employees and vice versa
7	Reasonable pay reward system	Performance-based reward system
8	"Trickle-down" decision making	Task relevant, <i>ad hoc</i> decision making
9	Hierarchical, formalized communication structure	Less-formalized, flatter communication structure
10	Internal information system for control purposes	Internal information system for coordination purposes
11	Commitment obtained through kindness	Commitment obtained through a "sense of ownership"
12	Train employees and encourage them to remain	On-going employee training and development
13	Managers conceive and implement new ideas	Workers conceive and implement new ideas
14	Maintaining high morale among workers is imperative	Maintaining high morale among workers is not as imperative

Fuente: Rodríguez, 2001.

De la Tabla 2, Rodríguez (2001) anota lo siguiente:

[...] describe lo que los gerentes de hoy deben hacer para ser más efectivos en los deberes gerenciales; sin embargo, la investigación revela que no todas las organizaciones pequeñas, organismos gubernamentales, iglesias, grandes fabricantes de acero, aplican este marco y siguen aplicando el antiguo marco Fayol (Rodríguez, 2001).

Igualmente existe inclusión y participación muy activa de los empleados de la compañía para conseguir sus objetivos. En el siglo XX, durante la segunda guerra mundial, se usó técnicamente la gestión de proyecto, y fue precisamente en esta época donde la ciencia militar hizo grandes aportes para el área de proyectos.

El grupo de investigación en gestión y evaluación de programas y proyectos de la Universidad de Valle, Gyepro (2005), afirma que los proyectos surgieron como resultado de la complejidad de los problemas gubernamentales, militares y comerciales (Beck, citado en Gyepro) que se vivieron durante esta guerra; por ejemplo, en problemas como la adquisición de armamento y el desarrollo de planes para la consecución de recursos.

Hoy en día las grandes y medianas empresas, especialmente las de tecnología, industria y construcción, hacen uso de los proyectos como un medio para alinearse con sus objetivos estratégicos; esto permite reorganizar los procesos internos ineficientes, dar una rápida respuesta al mercado cambiante, maximizar la capacidad de la organización, coordinar los recursos internos,

identificar riesgos, tener lecciones aprendidas, maximizar el trabajo en equipo y enfocar los esfuerzos en el cliente.

Actualmente la gestión de proyectos a nivel mundial está liderada por el Project Management Institute (PMI), que plantea los siguientes grupos de proceso: inicio, planificación, ejecución, control y cierre, y los evalúa en los siguientes grupos temáticos: gestión de integración, gestión del alcance, gestión del tiempo, gestión de costos, gestión de calidad, gestión de recurso humano, gestión de comunicaciones, gestión de riesgos, gestión de compras y gestión de los interesados.

2.1 Reseña histórica de Cryogas S. A.

Cryogas S. A. es una empresa del grupo Air Products, una de las principales compañías de gases industriales a nivel mundial, con más de 70 años de historia, presencia en más de 50 países y más de 20.000 trabajadores. La compañía posee un profundo conocimiento de cada mercado en el que está presente y contribuye en forma activa al desarrollo de las empresas con las que trabaja, gracias a la entrega de soluciones integrales con gases y soldaduras a la medida para los clientes, lo cual complementa con un *mix* de productos y servicios asociados.

Cryogas S. A. abrió la primera planta de producción de oxígeno, nitrógeno y argón en Sibaté, Cundinamarca, en 1971, y en 1996 abrió la segunda planta de producción en Sabaneta, Antioquia. En 2008 el grupo chileno Indura, que ocupa el primer lugar en el mercado chileno, compró la mayor parte de las acciones y convirtió a Cryogas S. A. en una empresa multinacional con presencia en Suramérica en Argentina, Ecuador y Perú. En 2012 ambas empresas son adquiridas en su totalidad por el grupo internacional Air Products, uno de los proveedores mundiales más grandes en procesos atmosféricos y gases especiales con alta tecnología. Uno de los mercados más importantes para Cryogas S. A., grupo Air Products, es el mercado de la salud, sobre el cual se realizó el presente proyecto.

2.2 Antecedentes históricos

El primer método de producción de ASM se hacía usando compresores que succionaban el aire del ambiente a través de un proceso de filtración de partículas y un proceso de purificación de hidrocarburos; de allí se obtenían purezas de oxígeno similares al ambiente de donde era succionado. La desventaja de este proceso es que cuando la succión se realiza en ubicaciones a mucha altura, el nivel de oxígeno es bajo, por lo cual no se alcanza la calidad de oxígeno esperada para producir el aire sintético, que exige entre el 21 y el 23 % de oxígeno con balance de nitrógeno.

Tiempo después se inició el proceso de producción de ASM mediante la combinación de gases puros, en este caso oxígeno y nitrógeno, obtenidos por el método criogénico.² La base del

² Método criogénico: proceso mediante el cual se llevan los gases a un estado líquido a bajas temperaturas.

proceso productivo se fundamenta en la ley de presiones parciales de Dalton,³ que relaciona la cantidad de moléculas de cada gas con la presión.

Para la producción de ASM se ingresa 79 % de nitrógeno y 21 % de oxígeno; la ventaja de este proceso productivo es que se puede controlar con exactitud el porcentaje de oxígeno deseado en la mezcla, independientemente de las condiciones ambientales de donde se extrae el aire.

Cabe anotar que no existe evidencia de algún otro proyecto, plan o investigación sobre la mejora en el proceso del AMS en Cryogas S. A., distrito de Barranquilla, ni en ninguna otra zona del país se investigó o indagó con el personal involucrado en el proceso, que dejaron claro no haber antecedentes investigativos.

2.3 Bases teóricas

El primer paso que debe realizarse antes de empezar un proyecto de inversión es el análisis de las alternativas existentes para dar solución al problema planteado; una vez seleccionada aquella que aporte mayores beneficios, se empieza a realizar el análisis de prefactibilidad, que dará un resultado final acerca de la viabilidad del proyecto que se desea emprender.

Según el diccionario de la RAE (s. f.), se define *Decisión* como “El resultado de un proceso mental cognitivo de una persona o de un grupo de individuos que permite concretar la elección entre distintas alternativas”. Se toman decisiones en el ámbito personal y profesional, desde las cosas más pequeñas que no presentan grandes consecuencias hasta las más importantes que puede llegar a afectar el éxito en un negocio; la toma de decisiones juega un papel importante cuando se trata de analizar y evaluar proyectos de inversión como el que se presenta en este trabajo de grado: “Se requiere de un amplio análisis de las alternativas que permitan evaluar la situación con sus variables internas y externas, con el fin de obtener el mejor resultado posible” (Varela, 2005).

El ciclo de vida de un proyecto, acorde con la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), comprende las fases de pre inversión, inversión o ejecución y operación del proyecto (Salazar y Buenjumea, 2011). Este proyecto se enmarca dentro de la fase de pre inversión.

Tomando en cuenta las teorías de la evaluación financiera de proyectos de diferentes autores, artículos, revistas, publicaciones y conocimientos generales, se llevará a cabo de manera cronológica el estudio del entorno y del sector. El análisis de evolución del mercado, los estudios técnico, organizacional, legal y financiero, y organizacional y legal tienen un impacto mínimo, y el estudio ambiental no se presenta, puesto que no tiene impacto en el proyecto.

Estudio del entorno y del sector

³ Ley de presiones parciales de Dalton: la presión total de una mezcla gaseosa es igual a la suma de las presiones parciales de los gases que la componen.

Para abordar este punto en el desarrollo del proyecto se utiliza la técnica Pestel, herramienta de planificación estratégica para estudiar el contexto y entorno en el cual se va a mover el proyecto; esta técnica consiste en descubrir el entorno a través de factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, legales y ambientales, lo cual permite hacer un ejercicio de reflexión estratégico para descubrir el contexto de la compañía a través de sus factores externos.

Análisis de evolución de mercado

La American Marketing Association (AMA) define el *marketing* como “El conjunto de actividades y los procesos para crear, comunicar, entregar e intercambiar ofertas que tienen valor para los clientes, los socios y la sociedad en general” (AMA, 2013).

La investigación de *marketing* es la función que vincula al consumidor, al cliente y al público con el vendedor, a través de la información que es utilizada para identificar y definir las oportunidades y los problemas de mercadeo, generar, refinar y evaluar acciones de mercadeo, monitorear el desempeño de *marketing*, y mejorar la comprensión de la comercialización como un proceso. La investigación de *marketing* especifica la información necesaria para abordar estas cuestiones, diseña el método para recolectar información, administra e implementa el proceso de recopilación de datos, analiza los resultados y comunica los hallazgos y sus implicaciones (AMA, 2004).

En el proyecto no se realizó un estudio de mercado, puesto que se cuenta con un producto maduro; sin embargo, se presentó un análisis de la evolución del producto, para lo cual es preciso definir algunos conceptos claves:

- Matriz dofa: resumen estratégico de la situación interna de la empresa comparada con las fuerzas que operan en el mercado; contempla el cliente y la competencia.
- Mercado: conjunto de acciones que se llevan a cabo para un grupo específico delimitado en un contorno geográfico concreto.
- Mercado de referencia: el entorno geográfico y competitivo donde se comercializa el producto y/o servicio.
- Saturación del mercado: cuando existen muchos proveedores para un mismo grupo de clientes.
- Clientes potenciales: los posibles usuarios del producto o servicio
- Cuota de mercado: el número de clientes sobre el total de clientes del mercado.
- *Target group* o público objetivo: cliente con un perfil específico y delimitado. En el *target group* es importante definir el volumen, cómo está distribuido el mercado, el grado de satisfacción frente al producto o servicio actual, la percepción de precio y el coste de cambio de proveedor. En la descripción del perfil del público es importante hacer preguntas como: ¿están los clientes objetivos dispuestos a pagar un precio algo superior a cambio de un mejor servicio o producto?, ¿cuántos estarían dispuestos a cambiar su actual proveedor por otro?

- Segmentación del mercado: este apartado refiere concretar las características del *target group*, el sexo, la edad, el sector territorial, el nivel económico, la ocupación y los hábitos de compra.
- *Marketing mix*: proceso de planificación y ejecución de la concepción del producto en el cual juegan cuatro variables fundamentales: el producto, el servicio, el precio, y la promoción y distribución.

Estudio técnico

Se definió el proyecto desde los aspectos técnicos relevantes de capacidad de producción, costos, tecnología y ubicación; se presenta además un análisis completo de la cadena de valor del producto desde su producción hasta entrega en el cliente.

El concepto de *cadena de valor* lo popularizó Porter en 1986, en textos como ventaja competitiva y en estudios de sectores industriales y de la competencia publicados a finales de la década de 1980; al mismo autor se le atribuye la introducción del análisis al costo estratégico, que implica la comparación de la forma en la que los costos por unidad en una compañía se pueden comparar con los costos por unidad de los competidores claves, actividad por actividad, señalando así cuáles son las actividades claves con el origen de una ventaja o desventaja de costo (Quintero y Sánchez, 2006).

El análisis de cadena de valor se realizó tomando como referencia los estudios realizados por este autor, que señalan la importancia de analizar todos los costos directos e indirectos asociados al proyecto con el fin de realizar un comparativo real de los costos unitarios.

Además, se presentaron conceptos de orden técnico como la ingeniería básica, la descripción del proceso sin proyecto, la descripción del proceso con proyecto, el flujograma del proceso con proyecto o sin él, la ubicación, la descripción de la maquinaria requerida y los costos unitarios de producción en ambos escenarios.

El nivel de costos es un arma con la que la empresa puede defenderse de sus competidores, puesto que sus bajos costos le permiten obtener beneficios una vez que sus competidores hayan dilapidado los suyos en la rivalidad por el mercado. Una posición de costos bajos defiende a la empresa de los compradores más fuertes, porque los compradores solo pueden ejercer su poder para hacer bajar los precios al nivel del siguiente competidor más eficiente (Quintero y Sánchez, 2006).

Sabiendo que los costos son un factor diferencial importante con los competidores, se espera con el estudio técnico identificar una mejor forma de lograr la producción del ASM que lo permita una reducción en los costos unitarios.

Estudio organizacional

Consiste en definir las reglas, los principios, las funciones y los organigramas relacionados con el proyecto y cómo incorporarlos de manera que provoquen un mejor aprovechamiento de los

recursos y una mejor eficiencia entre la producción y la comercialización. Este estudio parte de la cultura organizacional existente, la misión, la visión y los objetivos del negocio, y busca determinar el organigrama del proyecto, el manual de funciones, la jornada laboral, el uso del recurso humano existente, la capacitación y los gastos de personal. Para el presente trabajo no hay un gran impacto en la estructura organizacional, puesto que se trata de una mejora técnica que simplifica el proceso y reduce los tiempos de mano de obra.

Estudio legal

Busca establecer los aspectos institucionales, legales y jurídicos, las políticas sectoriales de gobierno, el control de la intervención estatal y las definiciones de naturaleza jurídica. Para el presente proyecto se hace necesario realizar una certificación con el Invima para la producción de aire medicinal, según la resolución 4410 de 2009, que dispone que serán responsables según la ley los que en la producción y comercialización de bienes y servicios atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a consumidores y usuarios.

Estudio financiero

El estudio financiero se realizó con el fin de definir si la empresa puede y debe realizar la inversión; el estudio busca responder las siguientes preguntas:

- ¿Es conveniente financieramente emprender este proyecto?
- ¿Qué otros proyectos de similar inversión aportan mayor beneficio financiero?

Estas preguntas se responderán mediante la elaboración de un flujo de fondos para determinar si los dineros están disponibles en los momentos adecuados. Para comprender los análisis financieros es preciso definir los siguientes conceptos financieros:

Flujo de caja: es una representación gráfica del proyecto de inversión a través de una línea horizontal dividida en períodos de tiempo.

Flujo de efectivo único: es la relación que existe entre el peso del dinero en el futuro comparado con el mismo peso en el presente, y la inferencia del interés en un período de tiempo determinado. Matemáticamente es presentado en la Ecuación 1.

Ecuación 1. Flujo de efectivo

$$P = F \frac{1}{(1 + i)^n}$$

donde

P : valor presente F : valor futuro i : interés pactado n : período de tiempo

Valor futuro de una serie uniforme de flujos de efectivo: sirve para determinar la equivalencia en un futuro de los depósitos constantes o la percepción de ingresos al final de cada período; se define con la letra A y se obtiene de la siguiente fórmula, que se muestra en la Ecuación 2.

Ecuación 2. Valor futuro serie uniforme de flujos de efectivo

$$A = F \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

donde

A : depósito constante i : interés n : período de tiempo

Valor presente de una serie uniforme de flujos de efectivo: determina el valor presente con una serie uniforme de flujos de efectivo, es decir la equivalencia en el tiempo cero de los flujos netos al final de cada período, se representa por la siguiente fórmula, que se muestra en la Ecuación 3.

Ecuación 3. Valor presente serie uniforme de flujo de efectivo

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n}$$

donde

P : valor presente A : depósito constante i : interés n : período de tiempo

Método del valor presente: es el método más comúnmente usado para la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar estas equivalencias con el desembolso inicial; cuando esta es mayor que el desembolso inicial, entonces es recomendable la aceptación del proyecto. Se representa por la siguiente fórmula, que se muestra en la Ecuación 4.

Ecuación 4. Valor presente

$$VPN = S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} \quad (4)$$

donde

VPN : valor presente neto S_0 : inversión inicial S_t : flujo efectivo neto al período t
 n : número de períodos i : tasa de recuperación mínima atractiva

Este método se puede utilizar para evaluar alternativas mutuamente exclusivas, puesto que no siempre la mejor alternativa es la que nos arroja un mayor VPN; por tanto, es necesario aplicar técnicas de análisis más avanzadas comparando la diferencia entre los flujos de efectivo de las alternativas analizadas.

La Ecuación 5 muestra este método.

Ecuación 5. VPN

$$VPN_{B-A} = (S_{0B} - S_{0A}) + \sum_{t=1}^n \frac{S_{tB} - S_{tA}}{(1+i)^t}$$

Tasa de rendimiento interna (TIR): es la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos que satisface cualquiera de las siguientes ecuaciones:

Ecuación 6. TIR-1

$$\sum_{t=0}^n \frac{S_t}{(1+i^*)^t} = 0$$

Ecuación 7. TIR-2

$$\sum_{t=0}^n S_t (1+i^*)^{n-t} = 0$$

Ecuación 8. TIR-3

$$\sum_{t=0}^n S_t \left(\frac{P}{F}, i^*, t \right) \left(\frac{A}{P}, i^*, n \right) = 0$$

donde

S_t : flujo de efectivo neto en el período t

n : la vida de la propuesta de inversión

La TIR es un indicador de rentabilidad que sirve para definir la viabilidad del proyecto; junto con otros indicadores ayudará a validar la viabilidad del proyecto.

Costo de oportunidad: el costo de oportunidad del presente trabajo se realizó tomando como referencia cuatro variables: la prima libre de riesgo, el riesgo país, la prima de riesgo del mercado (beta del sector) y la prima de riesgo empresa. Todos los datos fueron tomados de fuentes de información confiables como la Bolsa de Valores, Investing y los estados financieros de la empresa.

3 Metodología

3.1. Tipo de investigación

Este proyecto busca hacer un estudio completo de la mejora técnica en el método de producción de un producto, para lo cual se realizaron todos los estudios pertinentes de la teoría de prefactibilidad de proyectos, que abarca los estudios sectorial, técnico, legal, organizacional y financiero.

3.2. Método de investigación

El método de investigación es inductivo, puesto que se parte de unos antecedentes preliminares y se busca llegar a unas conclusiones generales. Este método de investigación se sigue con el propósito de demostrar la hipótesis planteada y dar cumplimiento al problema identificado y los objetivos, y asciende de lo particular a lo general.

3.3. Fuentes de información

Las fuentes de información que se usaron para la investigación se clasifican en fuentes primarias y secundarias.

3.3.1 Fuentes de datos primarias

Proporcionan datos específicos sobre el problema que se va a analizar, y proceden de estudios diseñados a la medida y conclusiones obtenidas de la experiencia de la empresa.

Se realizaron reuniones y entrevistas con el subgerente de operaciones comerciales, con el fin de cuantificar la información de costos de transporte del producto a los clientes finales; con el gerente de producción se analizaron datos técnicos relevantes involucrados en el proceso, tales como los costos de materia prima, la mano de obra, la inversión requerida y el impacto sobre la estructura organizacional y legal; y con la gerencia del área comercial medicinal se analizaron el costo y el volumen del producto durante los últimos cinco años.

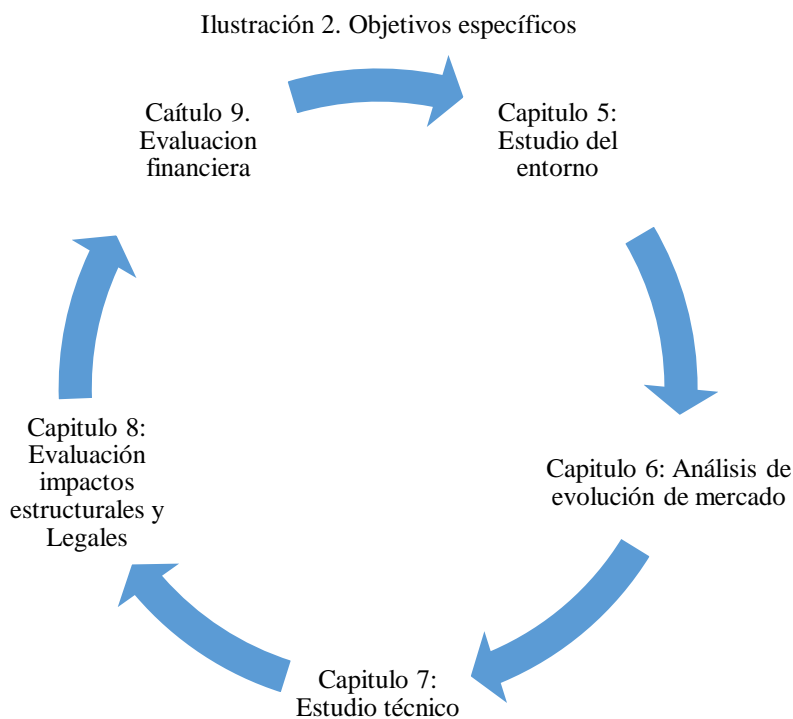
3.3.2 Fuentes de datos secundarias

Proporcionan datos genéricos sobre el estudio que se va a realizar. Las fuentes de información se consultaron en la biblioteca de la Universidad del Norte, la biblioteca virtual de la Universidad EAFIT, la Universidad Cooperativa de Colombia, la Universidad Libre, los informes de la Bolsa de Valores de Colombia, el Banco de la República y la Andi.

3.3 Presentación y análisis de resultados

Tomando como referencia el marco teórico planteado y los objetivos trazados, en los siguientes capítulos se presentan los resultados de los estudios de forma ordenada y cronológica.

La Ilustración 2 muestra los objetivos específicos del proyecto.



Fuente: elaboración de la autora.

4. Estudio del entorno

Para evaluar el entorno del proyecto y alcanzar el primer objetivo específico planteado se utilizan dos matrices de análisis estratégico: la matriz Pestle, con la cual se analiza el entorno del proyecto desde los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, legales y ambientales; y el análisis Pace, que sirve para identificar si hay coherencia en la situación actual de la empresa y si el esfuerzo está enfocado en la competitividad.

4.1 Matriz Pestle

Factores políticos

- La nueva reforma tributaria en Colombia por el actual déficit fiscal y las negociaciones con las Farc aumentaron los impuestos, lo que ocasionó que las utilidades del negocio disminuyeran. Cabe anotar que el próximo período presidencial, en 2018, puede traer consigo una nueva reforma tributaria que afecte positiva o negativamente los ingresos del negocio, la estabilidad y el riesgo político. La disciplina y el cumplimiento de los acuerdos de paz entre el Gobierno, la Policía y la guerrilla pueden afectar el futuro económico de las organizaciones.
- El nuevo período presidencial en Estados Unidos puede aumentar el costo de los insumos; en este caso, los cilindros que son importados, y disminuir la rentabilidad del negocio.

Factores económicos

- El alza de precios en la canasta familiar aumenta el costo de vida de los colombianos para cubrir las necesidades básicas, por lo cual disminuyen los ingresos de las personas para someter a sus familiares a tratamientos respiratorios.
- La variación en el precio de energía afecta la rentabilidad del negocio, puesto que la energía es un costo importante en la producción de gases criogénicos; además, la empresa prestadora del servicio de energía en Barranquilla fue intervenida por una problemática en la prestación del servicio, que puede generar suspensiones periódicas y, a su vez, atrasos en la producción.
- Un aumento en el índice de precio del transportador aumenta los costos de distribución, por lo cual disminuiría la rentabilidad del negocio.
- La entrada del nuevo competidor en Colombia, la empresa Air Liquid, tomará parte del mercado en el mediano plazo; esto podría disminuir las ventas de la compañía.

Factores sociales

- La salud de los colombianos cada día se ve más afectada por el consumo del cigarrillo y la contaminación ambiental, lo que puede ocasionar un aumento en la población consumidora del producto.
- El alto índice de corrupción en la costa atlántica por parte de los entes gubernamentales y el sector de la salud pueden ocasionar la pérdida de los negocios prospectados.

Factores tecnológicos

- La tecnología para producción de gases puede ser más avanzada en los competidores, lo cual les daría una ventaja en costos de producción.
- Debido a su tecnología obsoleta, la empresa de suministro de energía Electricaribe presenta interrupciones en el suministro que afecta los costos de producción.

Factores legales

- Se requiere certificarse nuevamente por el Invima para el cambio que se plantea; el costo estimado es de \$ 14 millones.
- El Invima podría exigir a las entidades de salud que cumplan con las normas para el uso de compresores de producción de aires medicinales en sitio; esto ocasionaría que estas entidades de salud deban comprar el producto en cilindros.

La Tabla 3 presenta un resumen matricial de los factores externos.

Tabla 3. Matriz Pestle

Matriz PESTLE					
Politics	Economic	Socials	Technologics	Legals	Enviromentals
P1. Cambio de periodo presidencial en el año 2018 con posibles políticas que impacten el negocio.	E1. El aumento de precios en la canasta familiar afecta el ingreso de los cilombianos.	S1: Problemas de salud hay mas enfermos que necesitan el producto.	T1: tecnologia de producción de la competencia mas alta.	L1: Registro invima.	E1: Alto consumo de energia para la produccion de gases del aire.
P2. Estabilidad y Riesgo político.	E2. Variacion en el precio de la energia.	S2: Deficiencia en el servicio de suministro de electricidad en la ciudad de Barranquilla que afecta el suministro de aire a los pacientes.	T2:Tecnologia obsoleta de la empresa de suministro de energia.		
P3. nueva reforma tributaria que afecta la utilidad neta de la compañía.	E3. el nuevo competidor tomara una parte del mercado.	S3. Alto indice de corrupcion.			
P4. desarrollo del proceso de paz firmado en año 2016.					
P5. Cambio de periodo presidencial en USA.					

Fuente: elaboración de la autora.

4.2 Análisis Pace

El análisis Pace sigue una metodología para evaluar presiones, acciones, capacidades y habilitadores dentro de un área de negocios específica; en este caso, en el proyecto específico, es un análisis que permite la lectura de una sola línea, es decir, partiendo de un problema u oportunidad de un área específica se busca responder preguntas como ¿qué lleva a las compañías a enfocarse en un área específica?, ¿cuál es la presión?, ¿qué acciones se están tomando en dirección a esa presión?, ¿se cuenta con las capacidades y los habilitadores para apoyar el proyecto específico?

En la Tabla 4, se muestran los cuatro ítems que conforman la matriz Pace. *Pressures* hace referencia a la presión que se tiene para el desarrollo del proyecto; *actions*, acciones que se realizan en dirección a la presión y que están alineadas a la estrategia de la compañía; *capabilities*, el recurso humano con el que cuenta la compañía para el desarrollo del proyecto; y *enablers* (facilitadores), el apoyo económico y técnico de la compañía (Heaney, 2012).

Tabla 4. Análisis Pace

Análisis PACE			
Pressures	Actions	Capabilities	Enablers
P1: Ser la compañía mas segura y rentable de sudamerica.	A1:Reestructuracion del recurso humano en produccion. A2: Reducción de pérdidas en los procesos. A3: Implementación del programa BSP (Basic Safety process).	C1: Recurso humano con experiencia y conocimientos en el negocio y en proyectos que dinamizan la compañía.	F1: La empresa actua como Sponsor en los proyectos que generan beneficios. F2: Gerente de operaciones comprometido con la pronta ejecucion del proyecto. F3: Coolaboradores comprometidos por la evaluación y la ejecucion del proyecto.
P2: Nueva Gerencia	A4: Formación para lograr profesionales de alto desempeño. A5: Simplicidad en los procesos. A6: Cambio cultural en la forma de pensar enfocados a la seguridad y la rentabilidad. A7: Formación y cambio en la forma de hacer las cosas. A8: enfoque a la productividad y la eficiencia de las personas y los procesos.	C2: Mente abierta. C3: Asesor de proyecto.	

Fuente: elaboración de la autora.

4.2.1 Presión (*pressures*)

La presión parte de la nueva gerencia de la compañía, la nueva misión y la visión del negocio, que apunta a convertirse en la compañía más segura y rentable de Sudamérica.

4.2.2 Acciones (*actions*)

Están alineadas a la estrategia de la compañía; por tanto, están enfocadas en la productividad, la disminución de los costos y la eficiencia del proceso y en los pilares fundamentales: seguridad, simplicidad y velocidad. Estas acciones están representadas en la reestructuración del recurso humano y la reducción de las pérdidas en el proceso dentro del área de producción; la implementación del programa, *basic safety process* (BSP), que está enfocado en la seguridad industrial y la salud en el trabajo; la implementación de programas de capacitación que faciliten a los funcionarios una carrera dentro de la empresa, su formación como profesionales de alto desempeño, y que les permita generar y afrontar cambios en la forma de hacer las cosas; el cambio cultural, enfocado en la seguridad y la rentabilidad; y el enfoque a la productividad y la eficiencia de las personas y los procesos.

4.2.3. Capacidades (*capabilities*)

Recurso humano altamente capacitado con conocimiento y experiencia en el sector; en Cryogas S. A., proyectos que dinamizan la compañía; igualmente se cuenta con asesor para el proyecto.

4.2.4. Facilitadores (*enablers*)

Apoyo técnico del gerente de operaciones y del equipo de producción, que tiene un alto nivel de interés en el análisis y en la posterior ejecución del proyecto. La compañía actúa como *sponsor* en proyectos que generan beneficios.

5 Evolución del mercado

El ASM es un producto maduro que ha sido foco de estudio de la empresa Cryogas S. A. durante más de 20 años. La empresa cuenta con un departamento de *marketing* en Medellín que se ha especializado en estudiar el comportamiento del mercado, de los clientes y de la estrategia; por consiguiente, en este capítulo no se realiza la investigación de mercado y solo se presenta la evolución que este ha tenido; al mismo tiempo se presenta la matriz dofa de la situación actual relacionada con el proceso del ASM, caracterización del mercado en la cual se incluye el público objetivo, la segmentación del mercado, la competencia y el *marketing mix*, y finalmente se presenta una evolución del precio y del volumen en los últimos cinco años.

5.1 Matriz dofa

Se identifican las debilidades y las fortalezas como factores internos relacionados con el producto en su proceso, el precio y los canales de distribución y ventas, la imagen y la publicidad, la organización y el recurso humano, y las finanzas. Igualmente se identifican las oportunidades y las amenazas como factores externos.

La Tabla 5 muestra la matriz dofa.

Tabla 5. Matriz dofa

MATRIZ DOFA - AIRE MEDICINAL SINTETICO CRYOGAS		
INTERNO		
	DEBILIDADES	FORTALEZAS
PRODUCTO/PROCESOPRECIO/ DISTRIBUCIÓN/CANALES DE VENTAS	D1. Proceso ineficiente, pues requiere la intervención de 2 manifold de llenado. D2. Adaptadores que ponen en riesgo la calidad del producto. D.3 Uso de 2 adaptadores para poder inyectar la materia prima, Oxígeno (CGA540)/aire (CGA590) y nitrógeno (CGA580)/aire* (CGA590). D4. Traslado de cilindros que aumenta el riesgo de accidentalidad. D5. Multas generadas por el incumplimiento. D6. Insuficientes cilindros/día para la producción.	F1. Locaciones amplias que cuentan con el espacio para cualquier remodelación o adecuación necesaria.
IMAGEN/PUBLICIDAD/ COMUNICACIÓN		F2. Cuenta con página WEB bien diseñada F3. Intranet bien estructurada. F4. revista periodica.
ORGANIZACIÓN/RRHH		F5. Personal capacitado. F6. Alto compromiso por parte del personal de dirección y áreas involucradas.

FINANZAS		F7. La empresa cuenta con un nivel de ventas que permite Apoyo económico
EXTERNO		
AMENAZAS	OPORTUNIDADES	
A1. Intervención a Electricaribe A2. Servicio de energía inestable y costoso (afecta la producción y pacientes). A3. Competencia con tecnología de producción mas alta y con procesos mas eficientes. A4. Entrada de nuevo competidor y/o fusiones - alianzas entre los existentes	O1. Mayor porcentaje de mercado apto para el portafolio (problemas de salud, hay mas enfermos que necesitan el producto). O2. Cryogas pertenece al grupo de compañías que comparten el mercado del aire medicinal. O3. Avance tecnologico.	

Fuente: elaboración de la autora.

El análisis dofa es una evaluación subjetiva de datos organizados en el formato dofa que los coloca en un orden lógico que ayuda a comprender, presentar, discutir y tomar decisiones. Puede ser utilizado en cualquier tipo de toma de decisiones, ya que la planilla estimula a pensar proactivamente, en lugar de las comunes reacciones instintivas (Chapman, 2004).

Fortalezas

- Cryogas S. A., distrito Barranquilla, cuenta con plantas amplias y con el espacio suficiente para cualquier remodelación o adecuación que se requiera para la implementación del proyecto.
- La compañía tiene una página web bien diseñada y de fácil navegación, donde se exponen la historia, los fundamentos filosóficos, el portafolio de productos y servicios, y la dirección de las sucursales a nivel nacional, y cuenta con un espacio de contacto que permite tener comunicación directa por medio de mensajes de texto; igualmente, da la opción de dirigirse a cualquier país de Suramérica donde Cryogas S. A. tiene presencia: Argentina, Chile, Ecuador y Perú. Cuenta una plataforma de intranet bien estructurada, al alcance de todos los funcionarios, donde se administra toda la información interna de la compañía. Aparte de la intranet circula a nivel de Suramérica la revista mensual llamada *En Contacto*, que publica datos de interés, acontecimientos personales de los funcionarios como cumpleaños y nacimientos de hijos, ascensos, etc.
- Se cuenta con un equipo de trabajo con conocimientos amplios en producción y en gerencia de proyectos, además del compromiso por parte del personal de dirección y las demás áreas involucradas, que permiten un relacionamiento activo y un análisis detallado del proyecto.
- Actualmente la compañía tiene un nivel de ventas que permite dar apoyo económico a la ejecución del proyecto.

Debilidades

- Actualmente el proceso de la producción del ASM es ineficiente; los equipos ocupan mucho espacio y se requiere la intervención de dos equipos *manifold* para la fabricación de un solo producto.
- Se requiere el uso de adaptadores oxígeno (CGA540) /aire (CGA590) y nitrógeno (CGA580) /aire (CGA590) para poder inyectar las materias primas, lo cual hace que el proceso sea complejo; además, pone en riesgo la calidad del producto, puesto que puede presentar contaminación.

- Actualmente el proceso es inseguro, pues se requiere realizar el traslado de cilindros uno a uno de un *manifold* a otro para el llenado de materias primas, lo cual genera un riesgo ergonómico y mecánico que aumenta el índice de accidentalidad.
- Incumplimiento que genera multas. Dentro de los acuerdos comerciales se firman contratos de servicio con los clientes que permiten dar garantía tanto para ellos como para Cryogas S. A., y dentro de esos contratos se estipulan multas por el incumplimiento en las entregas.
- El plan de recogida de los cilindros es ineficiente, lo que genera un bajo inventario diario de cilindros que afecta la producción.

Oportunidades

- El porcentaje del mercado en el AMS va en aumento, debido a que cada vez surgen más pacientes con afecciones respiratorias que los convierte en clientes potenciales para la adquisición de los productos y los servicios del portafolio de la compañía.
- La compañía hace parte del grupo de empresas que tienen un mayor porcentaje del mercado del AMS; junto con Linde y Praxair comparten el 70 % del mercado.
- El desarrollo y el avance en el sector tecnológico le ofrece a la compañía estar a la vanguardia en sus procesos y volverla más competitiva.

Amenazas

- La inestabilidad en el suministro de energía por parte de Electricaribe, empresa prestadora del servicio en la costa atlántica, afecta los planes de producción y afecta a clientes que necesitan el ASM, pues los compresores requieren de energía eléctrica para su funcionamiento. La intervención a Electricaribe por parte del Gobierno, debido a su mala administración, aumenta aún más la incertidumbre en el mejoramiento del servicio en el suministro de energía.
- La reciente fusión de las dos compañías más grandes del mercado, Linde y Praxair, se convierte en una amenaza para Cryogas S. A., pues dicha fusión le da más solidez a Linde, al igual que la entrada de nuevos competidores como Air Liquide, de origen francés.
- La competencia con tecnología de producción más alta que convierten sus procesos más eficientes generándoles más solidez en el mercado, al mismo tiempo que los vuelve más competitivos.

5.2 Caracterización del mercado

Se tomaron como referencia los conceptos definidos en el punto bases teóricas, y se desarrollaron en el mercado donde se mueve el ASM, teniendo en cuenta las variables público objetivo (*target*), segmentación del mercado, competencia y *marketing mix*.

Público objetivo

Para describir el *target group*, o público objetivo, es necesario comprender el mercado, que se encuentra enmarcado en el sector de los gases. El mercado de referencia son todas las clínicas y hospitales de tercer y cuarto nivel de la costa atlántica; sin embargo, el mercado objetivo de este producto está delimitado en la malla de cobertura de atención definida por el área de operaciones de la compañía; esta abarca zonas específicas en las ciudades principales de la costa donde se tiene presencia: Barranquilla, Cartagena, Santa Marta, Montería, Sincelejo, Valledupar y el departamento de La Guajira.

Los principales clientes son el hospital Niño Jesús, el hospital universitario Cari, la IPS Vidacop, las sedes de la clínica Maicao, Oinseament, Giomédicas y la clínica La Victoria.

El ASM es comúnmente usado en pacientes que no pueden respirar por sí mismos en las UCI (unidad de cuidados intensivos), pacientes en estado de coma y pacientes que respiran con un método de respiración mecánica, que deben tener equipos todo el tiempo en sus casas.

También se usa en una menor proporción como vía para suministro de anestésicos; los medios de suministro de este producto son los siguientes:

- Compresores de aire: son equipos complejos y de alto costo cuya tecnología ha evolucionado mucho con el tiempo. Los primeros compresores eran equipos enormes que usaban mucho combustible y la calidad de su producto dependía de la calidad del aire donde era succionado; hoy en día los equipos son mucho más pequeños, garantizan la calidad del producto por medio de filtros que controlan la pureza del aire y tienen un consumo de combustible menor. Los compresores pueden suministrar el producto para múltiples camas según su potencia; esto puede variar entre 10 y 50 camas de uso; el precio es directamente proporcional a su potencia; los clientes que tienen compresores de aire como método de suministro a sus pacientes deben tener certificación del Invima.
- Ventiladores con compresor interno: son equipos relativamente pequeños, de uso individual, que se encuentran al lado de la cama del paciente en las UCI, en las habitaciones de los hospitales o en casa; requieren energía para su funcionamiento y solo sirven para suministrar aire a una persona. Estos ventiladores son aceptados por el Invima y no es necesario certificarse.
- Cilindros de gas: tienen la ventaja de entregar aire con una calidad 100 % certificada por sus métodos de producción tan avanzados; se suministran en cilindros de alta presión y por medio de un regulador se regula la presión que el paciente necesita para poder respirar. El uso ideal de los cilindros es ser el *back-up* de los otros métodos de suministro mencionados. Por norma, todo sistema de suministro debe tener un cilindro de *back-up* o un *manifold* de cilindros de *back-up* dependiendo del número de camas; sin embargo, como las condiciones no son ideales, los equipos se pueden dañar, requieren de mantenimientos anuales y la energía es muy inestable; entonces el cilindro se convierte en el suministro principal de los pacientes para vivir y la oportunidad de respuesta es altamente importante. La compañía debe estar preparada para atender emergencias a cualquier hora del día puesto que se trata

de vidas humanas y las multas en los contratos por las fallas en el suministro son millonarias.

Entendiendo el mercado, se puede decir que el público objetivo, o *target group*, está delimitado en las clínicas y hospitales de tercer y cuarto nivel que se encuentren dentro de la malla de cobertura y que cuentan con las siguientes características:

- Que tengan producción de aire in situ por medio de compresores y que necesiten un *manifold* de *back-up* con cilindros.
- Que no tengan producción de AMS in situ mediante un compresor de aire medicinal, y que usen los cilindros como su sistema de abastecimiento principal; que tengan un volumen mayor a 195 m³ por mes, equivalentes a 30 cilindros de AMS de 6.5 m³, y que estén dispuestos a firmar un contrato de suministro según lo estipula el departamento legal de la compañía.
- Que tengan ventiladores con compresor incorporado como método de suministro individual y requieran el cilindro como *back-up* del sistema.

Segmentación de mercado

El mercado se puede segmentar en dos grupos: entidades estatales y entidades privadas. Las estatales son las clínicas y hospitales de tercer y cuarto nivel ubicados en la zona de la costa atlántica, con recursos provenientes del Estado. Son clientes que tienen difícil recuperación de cartera debido a la crisis nacional del sector de la salud, hacen licitaciones o contratos a corto plazo donde la variable del precio juega un papel importante debido a los pocos recursos que reciben y a los malos manejos administrativos.

Las entidades privadas son clínicas y hospitales de tercer y cuarto nivel del sector privado ubicados en la zona de la costa atlántica. La situación de cartera es menos crítica, ya que se realizan acuerdos que en su mayoría se cumplen; para este tipo de segmento el precio es una variable importante, al igual que en el sector estatal; sin embargo, este segmento de cliente valora mucho el servicio y la oportunidad en las entregas.

Competencia

Los competidores del sector específico donde se desarrolla el presente proyecto son dos empresas multinacionales: Linde y Praxair. Este no es un mercado saturado, pues solo hay tres compañías que atienden el 100 % del mercado de la salud: Cryogas S. A. tiene el 30 %, mientras que Linde y Praxair tienen el 70 % restante. Linde es la compañía de mayor participación en la zona de la costa atlántica; estas dos empresas tuvieron una fusión internacional reciente, y aunque en Colombia el asunto de la fusión está en revisión, esto representa una amenaza latente para el crecimiento y el posicionamiento de Cryogas S. A.

Linde es un competidor muy fuerte en la costa atlántica, pues tiene plantas de producción ASU (*air separation unit*) en Cartagena. En estas plantas producen la materia prima Lin y Lox y

la transforman hasta obtener el producto final, mientras que las plantas de producción de ASU de Cryogas S. A. se encuentran ubicadas en Sibaté y Barbosa, y dependen de la llegada de las materias primas en carro tanques a la estación de llenado para poder hacer el producto final. El costo de distribución es mucho más alto que el de los competidores; por lo tanto, se debe trabajar en ser muy eficientes en los procesos de producción para contrarrestar el alto costo de distribución.

Marketing mix

El *marketing mix* es la mezcla de las cuatro variables fundamentales de un producto o servicio: producto, precio, promoción y distribución. A continuación se presenta cada variable.

- **Producto:** consiste en un cilindro de alta presión que contiene ASM en una mezcla de 21 % de oxígeno y 79 % de nitrógeno. Este producto es utilizado por las unidades de cuidados intensivos (UCI) y son usados por especialistas de la salud para intubar pacientes que no pueden respirar por sí mismos (pacientes que están en coma que necesitan respiración mecánica, que tienen deficiencias respiratorias o necesitan terapias de respiración e inhalación); además se usa como gas de transporte para agentes anestésicos. En este producto no hay posibilidad de hacer I + D, puesto que es un que ya tiene el desarrollo 99,999 % de pureza, la máxima pureza existente.
- **Precio:** definido por la compañía, es de \$ 18.000 m³. El producto se vende en cilindros de 6.5 m³, por lo cual un cilindro cuesta \$ 117.000; este precio puede variar dependiendo del cliente, los consumos y el interés de la compañía en participar en el negocio. Actualmente el precio promedio de los clientes actuales es de \$ 60.000.00 / cilindro.
- **Promoción:** la venta de este producto se realiza a través de los ejecutivos de negocio medicinales, que tienen una cuota de mercado asignada para este producto; ninguna gasera tiene publicidad, vitrina para venta o algún tipo de promoción, y no es un producto que se maneja a través de *marketing*, sino por la demanda de las instituciones.
- **Distribución:** se realiza en carros acondicionados y certificados para el transporte seguro de cilindros.

5.3 Evolución del producto

Para la evolución del producto se tomaron diversas variables como precio, volumen y ventas, y se compararon entre sí para determinar su evolución en los últimos cinco años.

5.3.1 Evolución precios vs. volumen

Se tomaron datos entre 2012 y 2016 y se compararon en la Tabla 6.

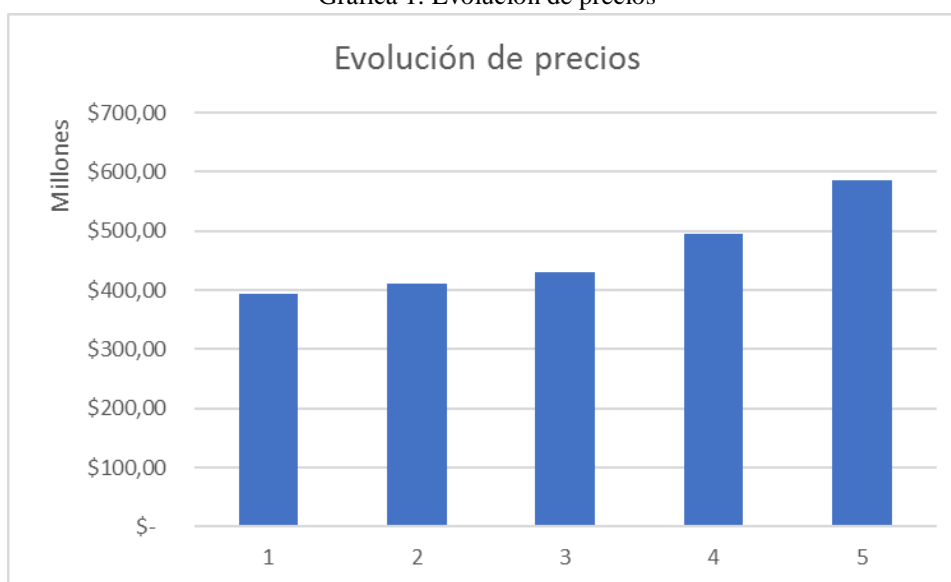
Tabla 6. Precio vs. volumen

Año	2012	2013	2014	2015	2016
Ventas	\$ 392.723.750,00	\$ 411.181.766	\$ 429.684.946	\$ 495.437.752	\$ 586.009.864,00
Volumen m3	42080	43763,2	45514	47562	63680
Precio m3	\$ 9.332,79	\$ 9.395,61	\$ 9.440,78	\$ 10.416,71	\$ 9.202,42
Precio cilindro	\$ 60.663,13	\$ 61.071,44	\$ 61.365,05	\$ 67.708,59	\$ 59.815,71

Fuente: elaboración de la autora.

En la Gráfica 1 se aprecia una tendencia creciente del 18 % entre 2015 y 2016, debida a un nuevo contrato con el hospital del Cari, que utiliza los cilindros de AMS como método de abastecimiento principal. El hospital de Cari tiene como objetivo la compra de un compresor de alta potencia, que implicaría un decrecimiento significativo en las ventas; sin embargo, este proceso es largo, puesto que deben certificarse y realizar adecuaciones del sitio para la instalación del equipo.

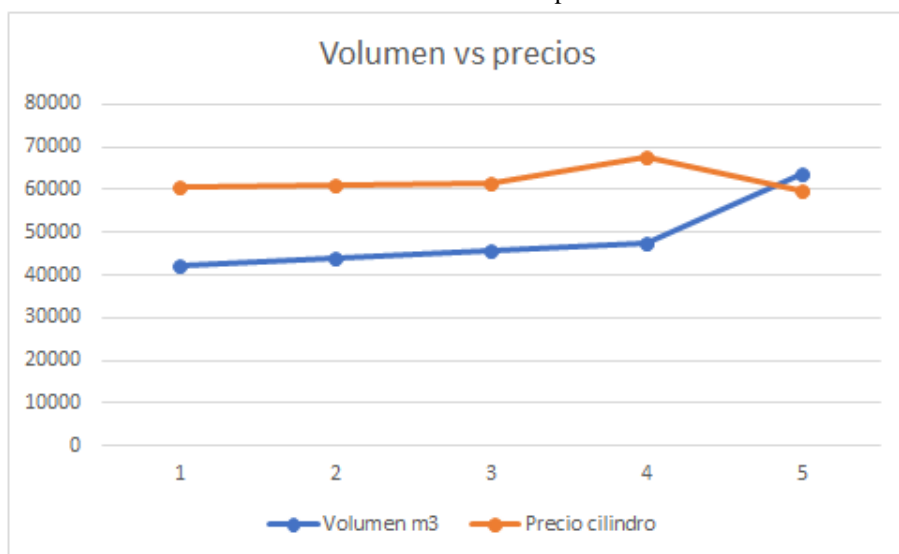
Gráfica 1. Evolución de precios



Fuente: elaboración de la autora.

En la Gráfica 2 se presenta la evolución de volumen vs. precio entre 2012 y 2016. Se puede apreciar una tendencia creciente en volumen y decreciente en precio, debido a las estrategias adoptadas por la competencia en la baja de precios.

Gráfica 2. Volumen vs. precio



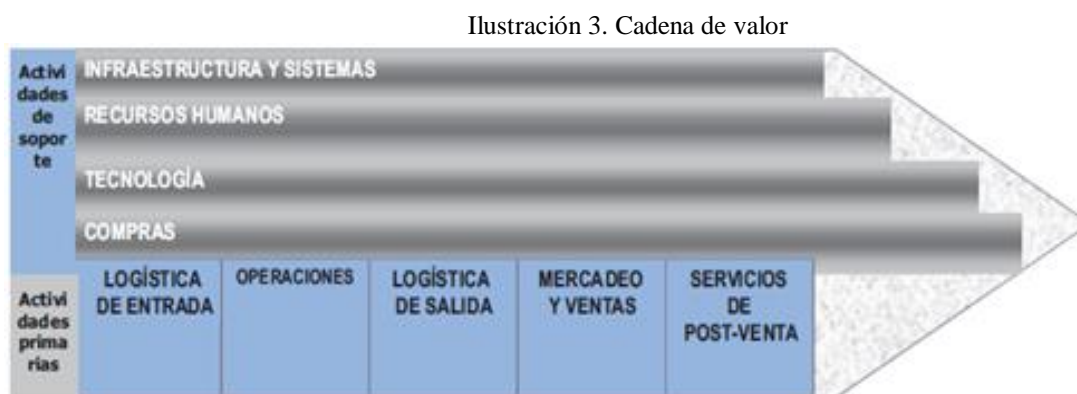
Fuente: elaboración de la autora.

6 Estudio técnico

6.1 Análisis de la cadena de valor

La cadena de valor está constituida por tres elementos básicos. El primer elemento son las actividades primarias que tienen que ver con el desarrollo del producto: la producción, la logística de comercialización y el servicio postventa; el segundo elemento son las actividades de soporte como la administración de los recursos humanos, las compras, el desarrollo tecnológico, la ingeniería, la investigación, la contabilidad, la asesoría legal, la calidad y la gerencia general; y el tercer elemento el margen, es decir, la diferencia entre el valor total y los costos totales incurridos por la empresa para desempeñar actividades generadoras de valor (Quintero y Sánchez, 2006).

La Ilustración 3 muestra la cadena de valor.



Fuente: Quintero y Sánchez, 2006.

En aras de hacer un completo análisis del proceso productivo, se realiza un barrido a toda la cadena de producción; sin embargo, el análisis de la cadena de valor se enmarca únicamente sobre la estación de llenado,⁴ el cuarto eslabón de la Ilustración 4, lugar donde se da la transformación de la materia prima al producto terminado.

La producción de gases del aire es el resultado de una serie de transformaciones de estado mediante procesos termodinámicos modificando la temperatura, la presión y el volumen. El proceso se inicia cuando el aire es captado del ambiente en estado gaseoso en una planta de separación de aire (ASU); en esta planta se realiza un proceso termodinámico de licuefacción en el cual se cambia de estado gaseoso a líquido a bajas temperaturas, obteniendo los productos lin y lox;⁵ posteriormente es almacenado en tanques criogénicos de gran volumen para ser distribuidos

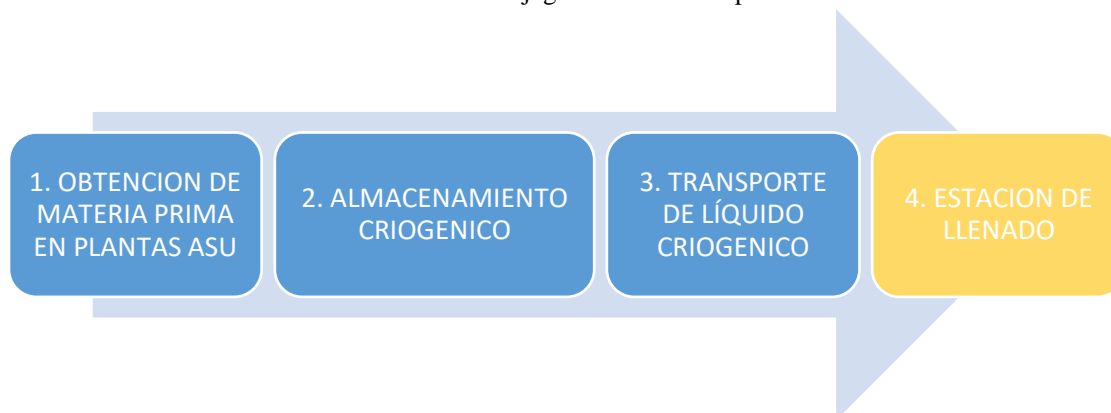
⁴ Estación de llenado: lugar de almacenamiento de gases en estado criogénico, de llenado y producción de mezclas en cilindros de alta presión.

⁵ Lin: *liquid nitrogen*; lox: *liquid oxygen*.

mediante carro tanques criogénicos a las plantas de llenado, en donde se realiza la transformación de la materia prima en estado líquido a producto terminado en estado gaseoso.

En la Ilustración 4 se representa el flujograma de materia prima, este proceso se lleva paso a paso en cuatro etapas, siendo la estación de llenado la parte del flujograma donde se ubica el proyecto.

Ilustración 4. Flujograma de materia prima



Fuente: elaboración de la autora.

Obtención de materia prima en plantas ASU: las ASU (*air separation units*) son plantas de producción de materias primas en donde se realiza el proceso de separación del aire mediante procesos termodinámicos de destilación criogénica a bajas temperaturas.

La Ilustración 5 muestra una imagen de una planta ASU.

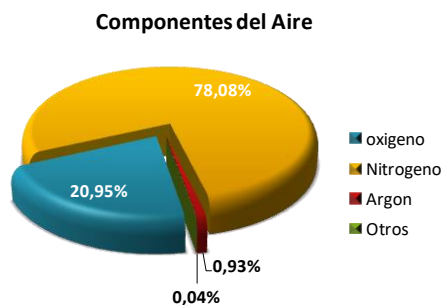
Ilustración 5. Imagen de una planta ASU



Fuente: Sefic, s. f.

Las plantas ASU están estratégicamente ubicadas cerca de los clientes de grandes consumos como las siderúrgicas, los procesos de *oil and gas*, las plantas químicas y las minas de carbón. La materia prima de estas plantas es el aire. En la Gráfica 3 se pueden identificar los componentes del aire, siendo el nitrógeno y el oxígeno los de mayor porcentaje con el 78.08 y el 20.95 %, respectivamente.

Gráfica 3. Componentes del aire



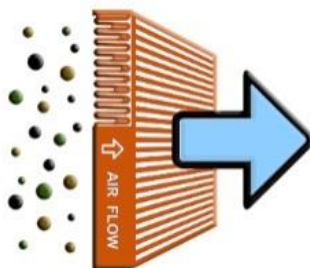
Fuente: elaboración de la autora.

Las plantas ASU están separadas en los siguientes procesos:

Filtración

El aire es tomado de la atmosfera, y pasa por un proceso de filtración donde se retiran las partículas de gran tamaño y el polvo, tal como se muestra en la Ilustración 6.

Ilustración 6. Filtración



Fuente: Mundo compresor, 2016.

Compresión

Proceso mediante el cual el aire es succionado de la atmósfera posterior al proceso de filtración, y se comprime hasta un rango de 50 a 70 psi; en este proceso el aire gana energía y la temperatura sube desde la temperatura ambiente hasta 100 grados Celsius, tal como se muestra en la Ilustración 7.

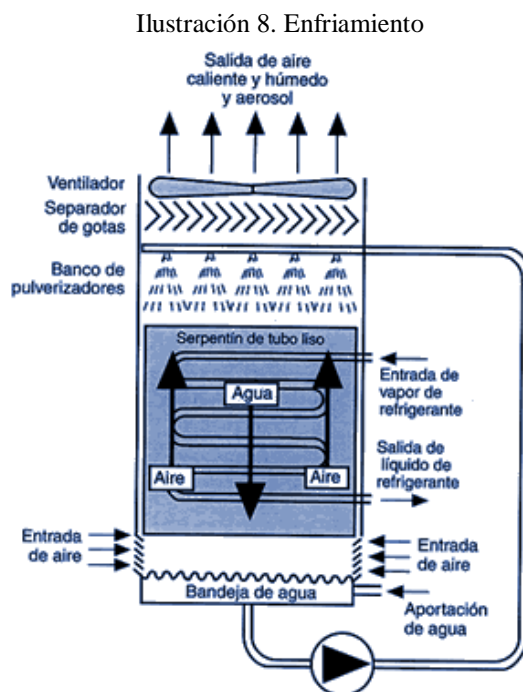
Ilustración 7. Compresión



Fuente: Mundo compresor, 2016.

Enfriamiento

Proceso en el cual se enfría el aire por medio de intercambio de calor con una corriente de agua fría, con el objetivo de disminuir la temperatura a la salida de compresor, tal como se muestra en la Ilustración 8.



Fuente: Mundo compresor, 2016.

Purificación

Es el proceso donde se retiran todos los hidrocarburos, el agua, el CO^2 y el acetileno mediante equipos llamados PPU, o unidades de prepurificación, que utilizan un tamiz molecular regenerativo para capturar o retener las impurezas antes mencionadas, tal como se muestra en la Ilustración 9.

Ilustración 9. Purificación



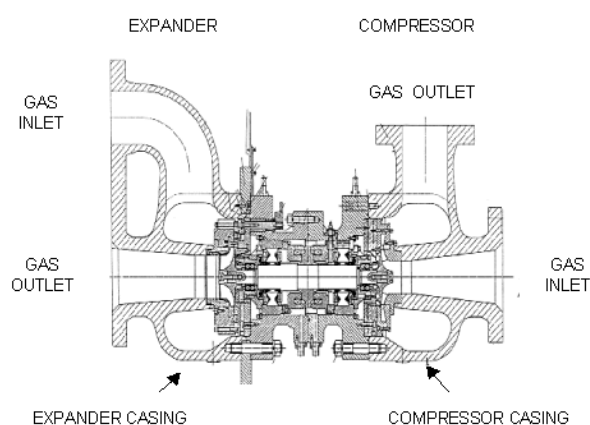
Fuente: Es Aqua Ltd., s.f.

Expansión

En esta etapa hay una caída de la presión y la temperatura por debajo de los 0 grados Celsius; después pasa a una válvula de expansión donde se hace el cambio de fase de gaseoso a líquido, tal como se muestra en la Ilustración 10.

Ilustración 10. Expansión

Diagram - Section through Expander / Compressor



Fuente: Piping Engineering.

El proceso final es la destilación. En este punto se da la separación de los tres gases de mayor proporción del AMS: oxígeno, nitrógeno y argón; en esta etapa se obtienen los gases en estado líquido a una temperatura criogénica para su posterior almacenamiento. En la Tabla 7 se observa la temperatura criogénica en estado líquido de cada uno de los gases.

Tabla 7. Temperatura de los gases

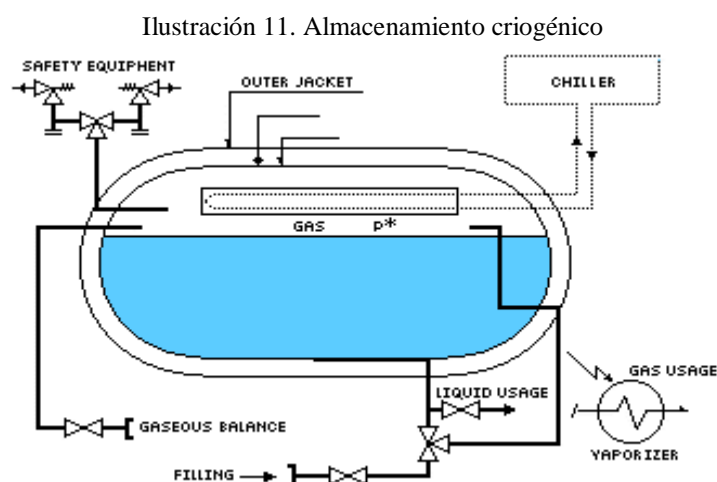
Gas	Temperatura criogénica [° C]
Nitrógeno líquido	-196
Oxígeno líquido	-183
Argón líquido	-186

Fuente: elaboración de la autora.

Almacenamiento criogénico

Culminando el proceso de destilación y separación de los líquidos criogénicos,⁶ se realiza el proceso de almacenamiento en tres tanques criogénicos: uno para el almacenamiento de LOX, otro para el LIN y otro para el LAR (Boletín técnico 21). Los tanques y recipientes criogénicos son aislados al vacío, y están diseñados para mantener los líquidos a bajas temperaturas e impedir que el calor del ambiente ingrese al producto y cambie su estado y se gasifique. Siguen el principio de garrafas térmicas, con paredes dobles aisladas al vacío y un aislante térmico entre ellas. Los tanques trabajan en forma independiente y no necesitan energía externa. La presión interna es autorregulada por medio de componentes y válvulas especiales; si hubiera un aumento de presión interna en el tanque, las válvulas específicas de seguridad se abrirán, liberando gas, bajando la presión y generando un fuerte ruido (Cryogas S. A., s. f.).

La Ilustración 11 muestra el almacenamiento criogénico.



Fuente: Central Welding Supply, 2017.

Transporte de líquido criogénico

Los líquidos criogénicos provenientes de los tanques de almacenamiento de las plantas ASU se almacenan en carro tanques a través de los cuales se distribuye el producto a las estaciones de llenado. La Ilustración 12 muestra un carro tanque de transporte de líquido criogénico.

Ilustración 12. Carro tanque de transporte de líquido criogénico

⁶ Gas criogénico: un gas se torna líquido cuando baja la temperatura; por ello, se puede categorizar como líquido refrigerado; se transforma de gas a líquido entre los 0 y los -100°C .
Líquido criogénico: se transforma de gas a líquido por debajo de los -100°C .



Fuente: Metal Méndez, s. f.

Estación de llenado

El proyecto impacta a la operación en el cuarto eslabón, y es aquí donde empieza el análisis de la cadena de valor. La estación de llenado es el lugar de almacenamiento del oxígeno, el nitrógeno y el argón en tanques criogénicos de menor tamaño a los de las plantas ASU. Cryogas S. A. tiene estaciones de llenado en las ciudades principales de todo el país donde existe distribución y venta de productos; la función principal de la estación de llenado es el llenado de cilindros de alta presión con gases provenientes de los tanques de almacenamiento criogénico como el oxígeno, el nitrógeno y el CO² y la producción de diferentes mezclas para la atención del sector industrial y hospitalario. Las mezclas que se producen en las estaciones de llenado son ASM, aire sintético industrial y cryomig (mezcla de argón y CO²). La Ilustración 13 muestra nuevamente la cadena de valor.

Ilustración 13. Cadena de valor



Fuente: Quintero y Sánchez, 2006.

Logística de entrada

Se realiza la recepción de tanqueros con lin y lox; adicionalmente, se realiza la recolección de envases en los clientes. Los siguientes son los tres *inputs* de la logística de entrada.

Operaciones

En las estaciones de llenado se agrega valor al producto, puesto que se realiza el cambio de fase de líquido a gas siguiendo los siguientes pasos:

- Se extrae líquido de los tanques criogénicos y se bombea a través de una bomba recíproca hasta un gasificador, donde se inyecta calor del ambiente y se realiza el cambio del estado líquido al gaseoso.
- El producto en forma gaseosa es llevado a través de tuberías hasta los *manifolds* de llenado, donde se conectan los cilindros que almacenarán el producto en forma gaseosa; durante el proceso de llenado el operador de llenado realiza controles de proceso (temperatura y presión de los cilindros) para garantizar que el proceso se realice de forma segura.
- Una vez todos los cilindros estén llenos, se realiza su desconexión del *manifold* y se hacen las pruebas de calidad una a una: se verifica la pureza, la presión interna y se pone el sello de producto terminado.

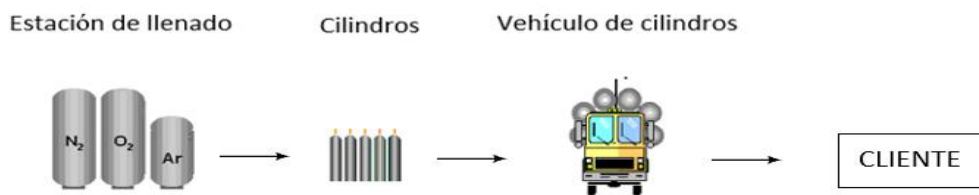
Logística de salida

Los cilindros son almacenados por lotes de producción en bahías de almacenamiento que están distribuidas estratégicamente para garantizar la optimización del espacio y garantizar las normas de seguridad de almacenamiento de producto.

En el espacio de almacenamiento se tienen sitios adecuados para almacenar envases llenos y vacíos; en el caso de productos medicinales como el oxígeno medicinal y el aire medicinal, se debe contar con espacios para garantizar las buenas prácticas de manufactura, es decir, se debe contar con un espacio para producto vacío, otro para producto en cuarentena (producto que se encuentra en proceso análisis) y otro para producto aprobado.

Los cilindros son transportados en vehículos dedicados a la distribución de cilindros, cumpliendo con las condiciones de seguridad y con el personal entrenado para su manipulación y suministro en los clientes. Cada vehículo sale de lunes a sábado a las 8 de la mañana con una ruta programada que realiza el plataformista la noche anterior; estas rutas son realizadas por un software que calcula la mejor ruta dependiendo de la cantidad de clientes que se deben visitar y la ubicación. Los clientes de Cryogas S. A. están estratégicamente ubicados en una malla de cobertura definida, y el gerente logístico debe velar para que todos los clientes se encuentren dentro de esta malla y se atiendan de manera oportuna.

La Ilustración 14 muestra diagrama de la logística de salida.



Fuente: elaboración de la autora.

Mercadeo y ventas

Los cilindros son vendidos a las clínicas y hospitales de tercer nivel. Estas negociaciones las lidera el ejecutivo comercial medicinal y son pactadas con un contrato de suministro comúnmente entre tres a cinco años. Para la empresa, la atención de las clínicas y hospitales es prioritaria, pues la falta de suministro de alguno de los productos afecta la vida de los pacientes y las multas contractuales establecidas en los contratos son muy altas; por esto, la atención al sector medicinal tiene prioridad sobre el sector industrial. Los pedidos son realizados por los usuarios o los ejecutivos de ventas y entran al software SAP (sistemas, aplicaciones y procesos); una vez el pedido se encuentra en el sistema, el departamento de logística se encarga de la entrega. El ASM es un producto que se encuentra en la fase de madurez y se tiene definida la fuerza de ventas que se requiere para la zona, las cuotas, la publicidad y el precio.

Servicio postventa

El servicio postventa que tiene la compañía para este producto abarca los siguientes factores:

- Cilindros con baja presión: se acepta el cambio del cilindro de inmediato; esta situación se presenta por alguna falla en el proceso de llenado y el cilindro llega con menos producto del ofrecido
- Cilindro sin presión: esta situación se presenta cuando alguna de las válvulas se encuentra taponada o el producto no entra al cilindro, por lo cual llega al cliente completamente vacío.
- Cilindro sin certificado de calidad: cambio inmediato del cilindro que llegue sin certificado; el Invima exige que los cilindros de uso medicinal que son entregados a los pacientes tengan certificado de calidad, y representa un alto riesgo para el paciente el uso de un cilindro que no se encuentre certificado.

Por otro lado, se encuentran las actividades de soporte. En el caso particular de los gases, la materia prima, que es el aire, es gratuita y la energía tiene costos establecidos por la comisión reguladora de energía y gas, CREG, por lo cual el departamento de compras no juega un papel muy activo. El resto de actividades de soporte, por ejemplo, la infraestructura, los recursos humanos y los sistemas, representan unos costos fijos a nivel organizacional; estos valores están calculados por la compañía y representan los costos indirectos asociados al producto. La estrategia del proyecto va encaminada a tener liderazgo a través de los costos.

Se puede apreciar que toda la cadena de valor tiene influencia directa e indirecta en los costos de producción del producto caso de estudio. Las actividades primarias tienen una influencia directa en el costo del producto; por ejemplo, las materias primas que llegan a la estación de llenado en estado líquido lin y lox tienen unos costos asociados que dependen de la productividad y la eficiencia y la tecnología que tenga la planta ASU.

Todas las plantas de producción de gases del aire tienen el mismo principio de funcionamiento y son altamente tecnológicas, en las que interviene poco personal y el proceso está altamente automatizado. El costo principal de este tipo de plantas es la energía eléctrica; la diferencia con las plantas de Cryogas S. A. y las de la competencia puede estar en los equipos de mayor tecnología que consuman menos energía; estos datos son internos y confidenciales de cada una de las empresas, por lo cual no se presenta un cálculo de la diferencia en costos energéticos.

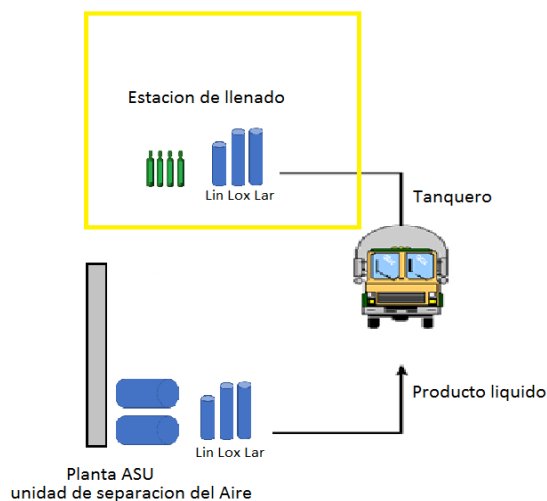
De la misma forma, el proceso de llenado de los gases que se realiza en las estaciones de llenado tiene una incidencia directa en los costos del producto; por lo tanto, una estrategia enfocada en una ganancia en productividad y, por consiguiente, una disminución de costos, se convierte en un aumento a la rentabilidad; asimismo, la eficiencia de la distribución, el precio de venta y el costo del servicio postventa afectan la rentabilidad final del producto.

Cada una de las actividades primarias tiene un costo asociado que impacta el valor final del producto. La distribución, la logística de salida, el mercadeo y ventas tienen unos costos volátiles que dependen de variables exógenas al proceso como el IPC (el índice de precio al consumidor), el IPT (el índice de precio al transportador) y el combustible.

6.2 Descripción detallada del proceso actual (sin proyecto)

La producción de ASM del presente estudio se realiza en la estación de llenado de Cryogas S. A., sede Barranquilla, partiendo de las materias primas existentes lox y lin, que se encuentran almacenadas en estado criogénico en grandes tanques de almacenamiento. Estos tanques criogénicos son llenados por carro tanques que vienen de las plantas principales de producción, conocidas como plantas ASU.

En la Ilustración 15 se muestra el proceso actual, que empieza en la planta ASU y pasa al carro tanque que llena los tanques criogénicos.



Fuente: elaboración de la autora.

La Ilustración 16 muestra una imagen real del *manifold* de llenado.

Ilustración 16. Imagen real del *manifold* de llenado



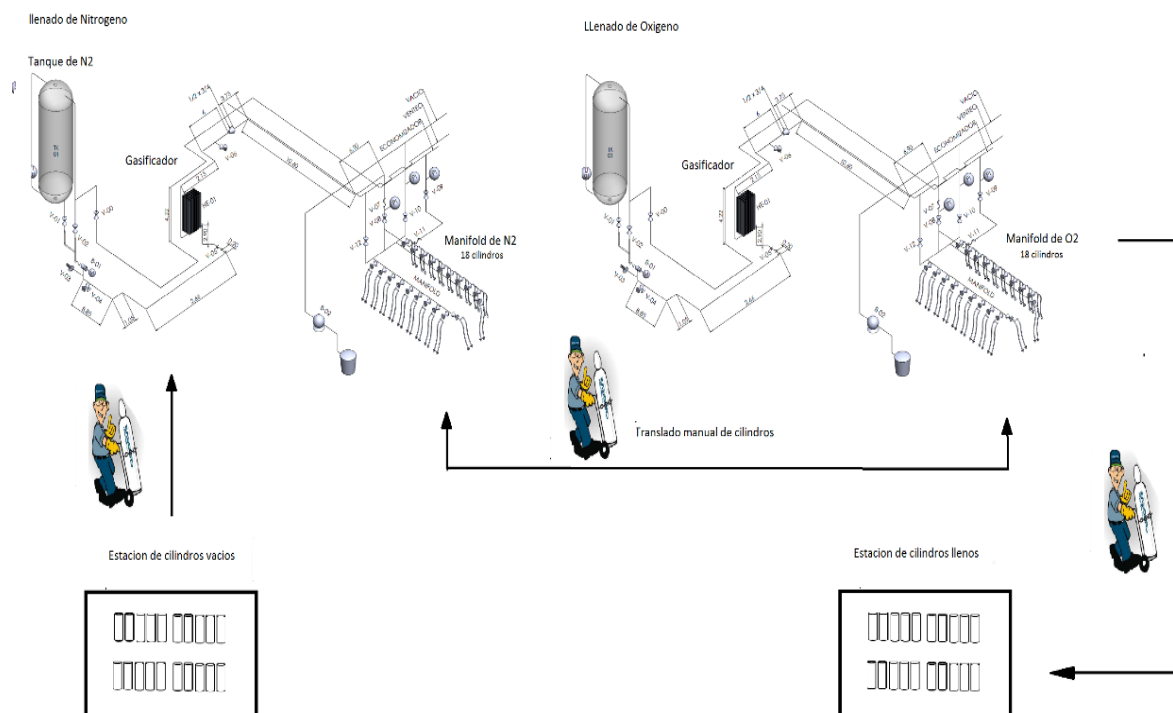
Fuente: Cryofusión y Mandressi Italia, s. f.

El proceso de llenado del ASM es un proceso ordenado y sistemático que se debe seguir rigurosamente, puesto que en todo momento se está trabajando con productos en estados criogénicos con altas presiones. El proceso empieza cuando se realiza la recepción de los cilindros en la plataforma de Cryogas S. A.; estos cilindros vienen de los clientes, que los devuelven al terminar el producto; el plataformista es el encargado de la recepción y el traslado de los cilindros a la bahía de cilindros vacíos, donde realiza una asignación del número de lote; una vez se tienen los cilindros listos, se llevan a los *manifolds* de nitrógeno, que tienen una capacidad de llenado de 18 cilindros; cada uno de los cilindros debe ubicarse en la posición adecuada siguiendo rigurosamente el proceso para la conexión de cilindros, que implica la revisión de válvula de seguridad y la inspección visual del cilindro; para realizar este proceso, el área de ruta de los cilindros debe estar despejada y segura.

Una vez los cilindros están ubicados en el primer *manifold* de llenado, se procede a dar inicio al proceso con los tableros de control. El primer proceso que se realiza es el venteo de producto existente y vacío del cilindro; el vacío se realiza con el fin de sacar todo el oxígeno existente dentro del cilindro, las trazas de humedad y las partículas del llenado anterior, para evitar la contaminación del nuevo producto. Basando el cálculo en la ley de las presiones parciales de Dalton, para llenar un cilindro de 2.200 psi con 78 % de nitrógeno y 21 % de oxígeno se requieren 1.710 psi de nitrógeno y 490 psi de oxígeno. En este primer *manifold* los cilindros se llenan con N² hasta 1.710 psi: las especificaciones de calidad, presión y flujo de los equipos son fijadas por el ingeniero de producción de la planta.

Una vez termina el proceso, suena la alarma de terminado; seguidamente se procede a realizar un traslado manual de cada uno de los cilindros al *manifold* de oxígeno; los cilindros se trasladan uno a uno; el acople que se requiere para llenar oxígeno es diferente, por lo cual se debe cambiar cuidadosamente el acople a todos los cilindros. En el *manifold* de oxígeno, que también tiene una capacidad de 18 cilindros, se procede a adicionar 490 psi de oxígeno; finalmente, se realiza un análisis de calidad del producto y el traslado uno a uno a la estación de cilindros llenos, que quedan listos para su distribución.

En la Ilustración 17 se presenta el diagrama general del proceso de llenado desde la recepción de los cilindros en la plataforma de Cryogas S. A. hasta el traslado uno a uno a la estación de cilindros llenos, que quedan listos para la distribución a los clientes. En el centro, encerrado en flechas, se muestra el traslado manual.



Fuente: elaboración de la autora.

La Tabla 8 presenta en detalle el listado de las actividades en orden cronológico que se requieren para el llenado de los cilindros con sus respectivos tiempos. Aquí se identifican las actividades con tiempos asociados al proceso de llenado del AMS en Barranquilla por ítem, actividad, tiempo empleado en minutos y tipo de tiempo (espera, preparación, producción y transferencia); actualmente el proceso tarda 5 horas y 11 minutos para el llenado de 18 cilindros.

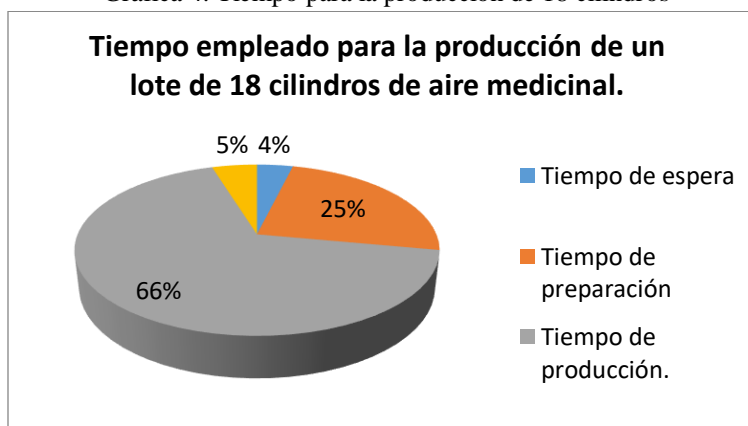
Tabla 8. Listado de actividades y tiempos

Tiempo de llenado Aire mecinal Distrito Barranquilla			
item	Actividad	Tiempor empleado (minutos)	Tipo De tiempo
1	Recepción de cilindros (lo hace plataformista)	5	Tiempo de espera
2	Traslado de cilindros de vehículo a bahía.	7	Tiempo de espera
3	Asignación del numero de lote	1	Tiempo de preparación.
4	Despeje de línea	5	Tiempo de preparación.
5	Especificación de calidad de las materias primas	3	Tiempo de preparación.
6	Inspección pre-llenado de cilindros.Revisión presión de trabajo, PH, normas técnica, propiedad del cilindro, revisión física del cilindro, válvulas, discos de ruptura, hilos en válvula, entre otros.	20	Tiempo de preparación.
7	Emisión de la orden de producción	2	Tiempo de preparación.
8	Traslado de cilindros al manifold de nitrógeno mas poner acoples, ajuste de pictails y apertura de cilindros	15	Tiempo de preparación.
9	Venteo ,vacío de los cilindros e inyección de preisión Economizadora.	32	Tiempo de producción
10	Llenado de nitrógeno	45	Tiempo de producción
11	Reposo	60	Tiempo de producción
12	Registro de los seriales de los cilindros		Se realiza al final.
13	Cambio de acoples mas cuarentena nitrógeno	15	Tiempo de preparación.
14	Traslado de cilindros con nitrógeno al manifold de oxigeno	15	Tiempo de preparación.
15	Llenado de oxigeno	7	Tiempo de producción
16	Análisis de producto	45	Tiempo de producción
17	Termo encoger producto terminado	5	Tiempo de producción
18	Documentación	10	Tiempo de producción
19	Traslado de cilindros hasta de la bahía de llenos.	15	Tiempo de transferencia.
	Tiempo empleado para producir 18 Cilindros.	307	100%
	Tiempo de espera	12	4%
	Tiempo de preparación	76	25%
	Tiempo de producción.	204	66%
	Tiempo de transferencia	15	5%

Fuente: elaboración de la autora.

En la Gráfica 4 se observa que el proceso actual de llenado del ASM para la producción de 18 cilindros requiere una participación activa del operario. El 66 % de tiempo es invertido en el proceso de producción, el 25 % en el tiempo de preparación y el 9 % en el tiempo de espera y transferencia. Con la propuesta del nuevo proyecto, se apunta a la disminución del tiempo y el aumento de la cantidad de cilindros producidos por lote.

Gráfica 4. Tiempo para la producción de 18 cilindros

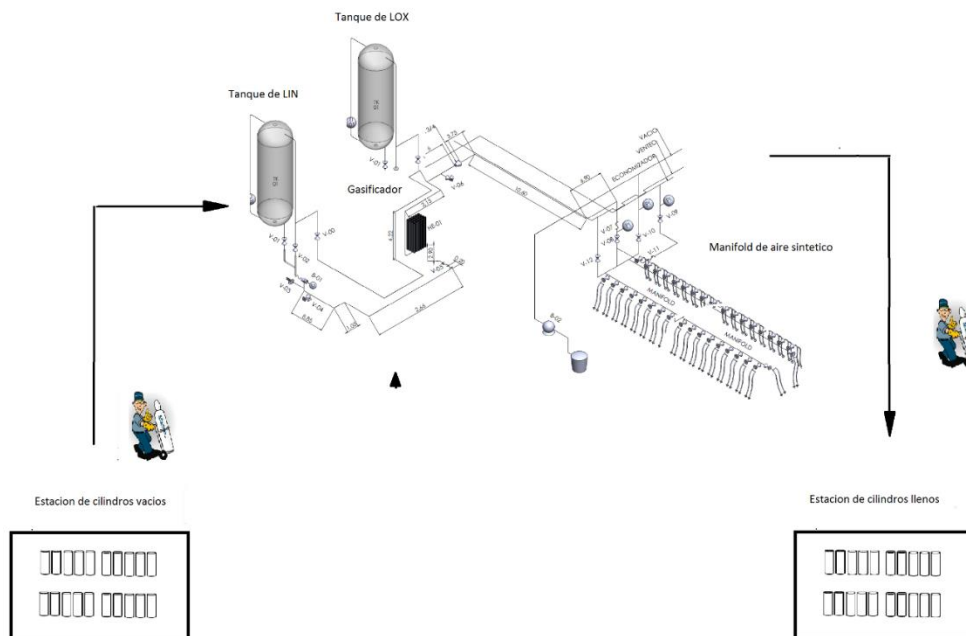


Fuente: elaboración de la autora.

6.3 Descripción del proceso con proyecto

En el esquema del proceso con proyecto, el cambio técnico se da en el tamaño del *manifold* de llenado y la tecnología; este *manifold* permite el llenado de ambos gases en el mismo equipo. El tamaño fue calculado considerando el servicio al cliente, el tamaño disponible en la estación de llenado y el tamaño de la bomba. El nuevo *manifold* de llenado es un equipo de capacidad de 40 cilindros, que realiza el *mix* de ambos gases evitando así traslados manuales y tiempos de espera que aumentan los tiempos de producción; los cilindros salen de la bahía de cilindros vacíos, se realiza un traslado manual uno a uno y se ubican en el *manifold* de llenado del ASM, de tamaño de 40 cilindros. Al igual que en el proceso actual, se asigna un número de lote, se realizan la inspección visual de los cilindros, el conteo de producto remanente y el vacío, con el fin de sacar el oxígeno presente y las impurezas; seguidamente se da inicio al proceso con el uso de los tableros de control, que ya tienen las variables previamente determinadas; se inicia el proceso de llenado de nitrógeno hasta 1.750 psi; una vez se termina el llenado de este producto, se realiza el cerrado de la válvula de nitrógeno y la apertura de la válvula de oxígeno y se adiciona oxígeno hasta 490 psi; finalmente, se realiza inspección visual de los cilindros y el traslado a la celda de cilindros llenos.

En la Ilustración 18 se muestra el proceso iniciando de la recepción de los cilindros en la plataforma de Cryogas S. A., seguido de la producción del ASM en un solo *manifold* de llenado, finalizando con el traslado uno a uno a la estación de cilindros llenos, que quedan listos para la distribución. Se observa la ausencia del operador en el traslado manual de cilindro del *manifold* de nitrógeno al *manifold* de oxígeno en el proceso productivo.



Fuente: elaboración de la autora.

En la Tabla 9 se identifican las actividades con los tiempos asociados al proceso de llenado del AMS en Barranquilla, donde se evidencia que de los 19 ítems hay tres donde su tiempo asociado es 0 minutos; el tiempo proyectado en la situación con proyecto es de 3 horas y 51 minutos para el llenado de 40 cilindros, con lo cual se puede evidenciar una disminución del tiempo y un aumento del número de cilindros por lote.

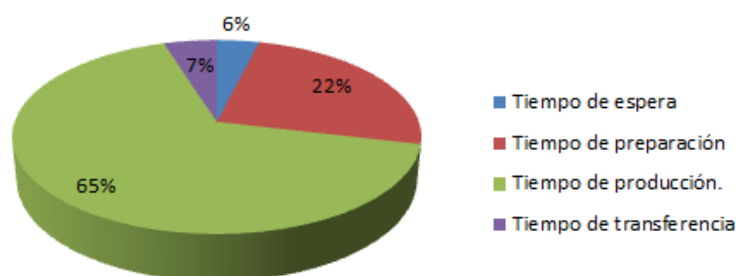
Tabla 9. Nueva lista de actividades con tiempos

Tiempo de llenado Aire mecinal Distrito Barranquilla con proyecto			
item	Actividad	Tiempor empleado (minutos)	Tipo De tiempo
1	Recepción de cilindros (lo hace plataformista)	5	Tiempo de espera
2	Traslado de cilindros de vehículo a bahía.	7	Tiempo de espera
3	Asignación del numero de lote	1	Tiempo de preparación.
4	Despeje de línea	5	Tiempo de preparación.
5	Especificación de calidad de las materias primas	3	Tiempo de preparación.
6	Inspección pre-llenado de cilindros.Revisión presión de trabajo, PH, normas técnica, propiedad del cilindro, revisión física del cilindro, válvulas, discos de ruptura, hilos en válvula, entre otros.	30	Tiempo de preparación.
7	Emisión de la orden de producción	2	Tiempo de preparación.
8	Traslado de cilindros al manifold de nitrógeno.	5	Tiempo de preparación.
9	Venteo ,vacío de los cilindros e inyección de preisión Economizadora.	10	Tiempo de producción
10	Llenado de nitrógeno	58	Tiempo de producción
11	Reposo	0	Tiempo de producción
12	Registro de los seriales de los cilindros		Se realiza al final.
13	Cambio de acoples mas cuarentena nitrógeno	0	Tiempo de preparación.
14	Traslado de cilindros con nitrógeno al manifold de oxigeno	0	Tiempo de preparación.
15	Llenado de oxigeno	10	Tiempo de producción
16	Análisis de producto	45	Tiempo de producción
17	Termo encoger producto terminado	5	Tiempo de producción
18	Documentación	10	Tiempo de producción
19	Traslado de cilindros hasta de la bahía de llenos.	15	Tiempo de transferencia.
	Tiempo empleado para producir 18 Cilindros.	211	100%
	Tiempo de espera	12	6%
	Tiempo de preparación	46	22%
	Tiempo de producción.	138	65%
	Tiempo de transferencia	15	7%

Fuente: elaboración de la autora.

En la Gráfica 5 se evidencia que los dos tiempos más representativos siguen siendo el de producción, con 65 %, y el de preparación, con 22 %.

Gráfica 5. Tiempo en la producción de 40 cilindros
Tiempo empleado para la producción de un lote de 40 cilindros de aire medicinal.



Fuente: elaboración de la autora.

Implementando el proyecto, el nuevo tiempo total para realizar el llenado de 40 cilindros es de 3 horas y 51 minutos; se puede observar un aumento en la productividad, una reducción de tiempo de 1.6 horas con respecto a la situación actual y un aumento en la producción, que pasa de 18 a 40 cilindros por lote; aparte de los beneficios asociados a los tiempos de producción, se obtiene un aumento en la seguridad y una simplificación del proceso.

6.4 Descripción de equipos y ubicación

Para la implementación del proyecto se requieren equipos nuevos que son diseñados y fabricados en Colombia en las plantas de Cryogas S. A. en Bogotá; los tableros de control son importados por la compañía desde la casa matriz en Estados Unidos, y los cilindros se compran con diferentes proveedores en el exterior, puesto que en Colombia no son fabricados.

6.4.1 Descripción de equipos

En la Tabla 10 se presenta la descripción de los equipos que se requieren para ejecutar el proyecto.

Tabla 10. Descripción de equipos

Descripción	Cantidad
Manifold de cilindros de 40 unidades	1
Tablero de control	2
Cilindros	80

Fuente: elaboración de la autora.

6.4.2 Ubicación

Se cuenta con un espacio definido por la compañía en la plataforma para la adecuación que requiera el proyecto. Cabe anotar que la implementación del proyecto requiere de menos espacio del que utilizan actualmente los equipos que están en funcionamiento, con lo cual se hace una liberación de espacio que aumenta la seguridad.

6.5 Costos de producción

La Tabla 11 presenta un comparativo de los costos de la producción del ASM en la situación con proyecto y sin él; los costos directos asociados son las materias primas lin y lox, la energía y la mano de obra.

Tabla 11. Costos de producción con proyecto y sin él

Costos de producción situación sin proyecto			Costos de producción situación con proyecto		
Tamaño del lote	18 Cilindros	m3	Tamaño del lote	40 Cilindros	m3
Tamaño del Cilindro	6,5 m3		Tamaño del Cilindro	6,5 m3	
Cantidad m3	117,0 m3		Cantidad m3	260,0 m3	
Presión de llenado	2200 PSI		Presión de llenado	2200 PSI	
Materia Prima			Materia Prima		
LOX			LOX		
Equivalencia	1"=	90 m3	Equivalencia	1"=	90 m3
Pulgadas requeridas	0,5		Pulgadas requeridas	1,07	
m3 Requeridos	45 m3		m3 Requeridos	96 m3	
Costo m3 LOX	500 \$/m3		Costo m3 LOX	500 \$/m3	
Costo total	\$ 22.500,00		Costo total	\$ 48.150,00	
LIN			LIN		
Equivalencia	1"=	60 m3	Equivalencia	1"=	60 m3
Pulgadas requeridas	1,5		Pulgadas requeridas	3,33	
m3 Requeridos	90 m3	135 m3	m3 Requeridos	200 m3	
Costo m3LIN	300 \$/m3		Costo m3LIN	300 \$/m3	
Costo total	\$ 27.000,00		Costo total	\$ 59.940,00	
Costo total Materia Prima	\$ 49.500,00		Costo total Materia Prima	\$ 108.090,00	
Costo por cilindro de MP	\$ 2.750,00		Costo por cilindro de MP	\$ 2.702,25	
Costo de energía			Costo de energía		
LOX			LOX		
Potencia Bomba	8 Hp		Potencia Bomba	8 Hp	
Potencia Bomba	5,6Kw		Potencia Bomba	5,6Kw	
Tiempo de encendido	0,12 Hr		Tiempo de encendido	0,17 Hr	
Costo Kwh @ 13200 Voltios	\$ 250,00		Costo Kwh @ 13200 Voltios	\$ 250,00	
Potencia en Kwh	,7 Kwh		Potencia en Kwh	,9 Kwh	
Costo de energía	\$ 163,19		Costo de energía	\$ 233,13	
LIN			LIN		
Potencia Bomba	8 Hp		Potencia Bomba	8 Hp	
Potencia Bomba	5,6Kw		Potencia Bomba	5,6Kw	
Tiempo de encendido	0,75 Hr		Tiempo de encendido	0,97 Hr	
Costo Kwh @ 13200 Voltios	\$ 250,00		Costo Kwh @ 13200 Voltios	\$ 250,00	
Potencia en Kwh	4,2 Kwh		Potencia en Kwh	5,4 Kwh	
Costo de energía	\$ 1.049,06		Costo de energía	\$ 1.352,13	
Costo total de energía	\$ 1.212,25		Costo total de energía	\$ 1.585,25	
Costo mano de Obra			Costo mano de Obra		
Costo Hora Operador	\$ 6.875		Costo Hora Operador	\$ 6.875	
Cantida Horas	\$ 5,1		Cantida Horas	\$ 3,5	
Coto total MO	\$ 35.177		Coto total MO	\$ 24.177	

Fuente: elaboración de la autora.

Los costos de producción directos del proceso son las materias primas oxígeno y nitrógeno, la energía eléctrica y la mano de obra; los valores base de cálculo se tomaron, en el caso de la materia prima, de los datos históricos de producción y del costo del producto puesto en la estación de llenado; el costo de la energía eléctrica se tomó de la factura real, y el costo de la mano de obra del salario pagado a los operadores de llenado, que tienen un contrato a término indefinido directo con Cryogas S. A. y un salario neto de \$ 1.650.000.

En la Tabla 12 se presenta el resumen de los costos de producción; se puede apreciar que en la situación con proyecto hay un ahorro del 29 % en los costos de producción por lote, representados en \$ 47.963 y \$ 1.425 por cilindro, respectivamente.

Tabla 12. Resumen de los costos

Resumen de costos sin proyecto	Resumen de costos con proyecto
Costo de producción por lote \$ 85.889	Costo de producción por lote \$ 133.852
Costo de producción por cilindro \$ 4.772	Costo de producción por cilindro \$ 3.346
Costo de producción por m3 \$ 734	Costo de producción por m3 \$ 515

Fuente: elaboración de la autora.

7 Impacto organizacional y legal

7.1 Impacto organizacional

7.1.1 Cultura organizacional

Misión

Mejoramos el mundo con soluciones avanzadas tan simples como el aire.

Visión

Ser los mejores siendo los más seguros y rentables en Sudamérica, logrando la preferencia continua de los clientes y el compromiso de nuestros colaboradores.

7.1.2. Pilares

La compañía Cryogas S. A. está alineada con cuatro pilares fundamentales:

Tabla 13. Pilares de la compañía

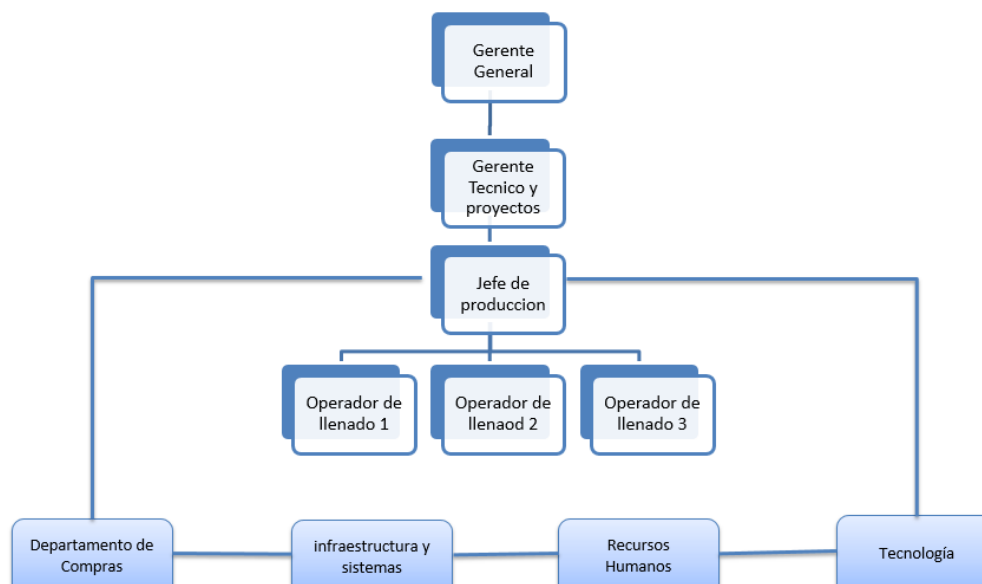
Seguridad	Simplicidad	Velocidad	Autoconfianza
<ul style="list-style-type: none"> •Somos responsables de nuestra seguridad. •Nos cuidamos mutuamente. •Pensamos, pensamos y pensamos antes de actuar 	<ul style="list-style-type: none"> •Hacemos las cosas de la forma más simple. •Buscamos superar la meta. 	<ul style="list-style-type: none"> •Tomamos decisiones en forma oportuna. •Tenemos una orientación hacia la productividad. 	<ul style="list-style-type: none"> •Somos el equipo más capaz. •Somos reconocidos. •Contamos con las condiciones para lograr el éxito

Fuente: elaboración de la autora.

7.1.3 Organigrama del proyecto

Se realizó un diagrama del organigrama del proyecto en la situación actual, puesto que en la situación con proyecto no cambia; la mejora técnica que se presentó en el estudio técnico da como resultado una simplificación del proceso y una disminución en el tiempo del operador de llenado, por lo cual la estructura organizacional se mantiene; se analizó la posibilidad de usar dos operarios en lugar de tres, pero no es posible, puesto que se requiere personal las 24 horas del día.

La Ilustración 18 muestra el organigrama del proyecto.



Fuente: elaboración de la autora.

7.2 Impacto legal

Para el presente proyecto se hace necesario realizar una certificación con el Invima para la producción del ASM, según la Resolución 4410 de 2009, que expide el reglamento técnico que contiene el manual de buenas prácticas de manufactura de los gases medicinales. Esta resolución dispone que serán responsables según la ley los que en la producción y comercialización de bienes y servicios atenten contra la salud, la seguridad y el adecuado aprovisionamiento a los consumidores y los usuarios. El costo proyectado de la certificación es de \$ 12.000.000 incluyendo la papelería y el tiempo que debe invertir el ingeniero de producción en organizar la plataforma y los procesos.

8 Evaluación financiera

Se realizó el estudio económico financiero, con el fin de recolectar toda la información financiera del proyecto y determinar su viabilidad económica; por lo tanto, se trata de analizar si el proyecto reúne las condiciones de rentabilidad mínima estipuladas por la compañía para su implementación.

Los recursos financieros con que puede contar la empresa no son ilimitados, y si así lo fueran existe un nivel óptimo por encima del cual resulta muy costoso contar con excedentes monetarios. El dinero es un recurso que debe producir valor agregado y la meta debe ser utilizarlo siempre que produzca más de lo que cueste. Una empresa ilíquida, sin fondos suficientes, no opera bien, y una empresa con demasiada liquidez puede resultar muy costosa e improductiva.

En cualquiera de los dos escenarios, un manejo no planificado del dinero puede llegar a ser altamente contraproducente para el crecimiento y el sostenimiento de la empresa, más aún hoy en día, donde los entornos económico y competitivo exigen mantenerse preparados para un medio cambiante y dinámico.

Para Cryogas S. A. el análisis económico implica asegurar que la inversión planteada genere un valor económico agregado, que se logra si el flujo de caja proyectado a cinco años y los cálculos del VPN, la TIR y la TIR modificada validan la conveniencia del proyecto. En el flujo de caja se calcularon los valores de los ingresos, los egresos, el costo de oportunidad y los resultados de la evaluación financiera en el escenario con proyecto y sin él.

8.1 Ingresos

Se tienen dos conceptos de ingresos en la unidad de negocio de venta del aire medicinal:

- Ingresos por venta del producto: corresponden al precio comercial al que se negocia la venta del producto con los diferentes clientes.
- Ingresos por arrendamiento del envase (cilindro): dependiendo de los días de uso y los contratos comerciales que se acuerden, los clientes pagan un canon mensual de arrendamiento por la tenencia del cilindro.

Para la proyección de los ingresos, no solo se tuvo en cuenta la proyección de precios de venta, sino también la proyección del crecimiento sectorial y de la empresa; para esta última, se determinaron dos escenarios de ingresos: con inversión y sin inversión.

8.1.1 Crecimiento sectorial

El sector de la salud, donde se enfoca el ASM, ha tenido crecimientos positivos en los últimos diez años. Pese a las dificultades financieras del sector público, el sector privado mantiene unos resultados financieros de sostenibilidad muy positivos y un crecimiento promedio del 5 %. Sin embargo, para fines de este estudio, solamente se estimó este porcentaje para el primer año; para los siguientes, se definieron crecimientos anuales del 2 % teniendo en cuenta un escenario conservador por la situación de competencia que se vive actualmente con la fusión de Linde y la entrada del nuevo competidor.

El mercado total aproximado del ASM es de 32.600 unidades de cilindro / año en la costa atlántica; Cryogas S. A. tiene una participación del 30 % de este mercado, representado en 9.780 cilindros / año.

En la Tabla 14 se presenta la proyección sectorial del mercado en cilindros / año; esta proyección se calculó tomando como referencia base un 5 % de crecimiento basado en el comportamiento del sector privado de la salud según información entregada por el departamento de mercadeo de la compañía. Este dato fue tomado del promedio de venta de 2016.

Tabla 14. Participación del mercado

AIRE MEDICINAL		SINTETICO
Mercado		Cilindros/año
Venta total		
Cryogas S. A.	9.780	
%Partic		
Mercado	30%	
Mercado		
TOTAL	32.600	
PROYECCION MERCADO EN CIL/ AÑO		SECTORIAL DE
2017	5%	34.230
2018	2%	34.743
2019	2%	35.438
2020	2%	35.970
2021	2%	36.689

Fuente: elaboración de la autora.

En la Tabla 15 se presentan los datos de la inflación en los próximos cinco años, tomados de los estudios presentados por el Banco de la República, y que serán usados para la proyección sectorial.

Tabla 15. Inflación

Año	2017	2018	2019	2020	2021
Inflación	5.0 %	4.5 %	4.0 %	3.5 %	3.0 %

Fuente: estudios del Banco de la República.

8.1.2 Proyección de ingresos por la venta de producto. Situación sin proyecto

En este escenario, la empresa seguiría trabajando con la capacidad instalada de producción a tope, es decir, no tendría posibilidades de crecer más en el mercado, sino de sostenerlo. En la Tabla 16 se puede apreciar la proyección sectorial de cilindros / año llevada a pesos; la base de estos cálculos se realizó tomando como referencia la Tabla 15, que presentó la inflación en cada uno de los años.

Tabla 16. Proyección de ventas situación sin proyecto

PROYECCION EMPRESA EN UNIDADES (Cilindros/año)					
	Partic Mercado Proy		Capacidad Instalada		
2017	30%	10.279	10.800	95%	
2018	30%	10.444	10.800	97%	
2019	30%	10.663	10.800	99%	
2020	30%	10.823	10.800	100%	
2021	30%	10.823	10.800	100%	

PROYECCION SECTORIAL DE EMPRESA EN \$\$		
	Precio \$/Cilindro	Ingresos \$\$
2017	\$ 62.107,5	638.419.699
2018	\$ 64.902,3	677.832.294
2019	\$ 67.498,4	719.762.107
2020	\$ 69.860,9	756.128.464
2021	\$ 71.956,7	778.812.318

Fuente: elaboración de la autora.

8.1.3 Proyección de ingresos por venta de producto. Situación con proyecto

En este escenario, la empresa, una vez realizada la inversión, queda con una capacidad instalada disponible para crecer. Este crecimiento se definió con un potencial mínimo del 10 % anual, teniendo en cuenta que con la inversión no solo se pueden producir más unidades / día, sino también mejorar el nivel de servicio de atención a los clientes que, hoy en día, representa dejar de vender.

Asumiendo un crecimiento del 10 % anual en el sector se proyectan las ventas del año en cilindros como se presenta en la Tabla 17 y el valor correspondiente en pesos presentado en la Tabla 18, tomando como referencia una inflación del 5.6% en 2017, 5 % en 2018, 4.7 % en 2019, 4 % en 2020 y 3.8% en 2021. La tendencia de inflación asumida tiene un comportamiento decreciente, entendiendo un escenario conservador.

Tabla 17. Proyección de cilindros /año. Situación con proyecto

Proyección de la empresa en unidades (cilindros / año)				
	Participación del mercado con inversión	Cilindro de AMS	Capacidad instalada	
2017	33 %	11.296	24.000	47 %
2018	36 %	12.508	24.000	52 %
2019	39 %	13.821	24.000	58 %
2020	42 %	15.107	24.000	63 %
2021	45 %	16.510	24.000	69 %

Fuente: elaboración de la autora.

Tabla 18. Proyección sector en pesos

PROYECCION SECTORIAL DE EMPRESA EN \$\$		
	Precio \$/Cilindro	Ingresos \$\$
2017	\$ 62.107,5	701.560.109
2018	\$ 64.902,3	811.775.202
2019	\$ 67.498,4	932.892.063
2020	\$ 69.860,9	1.055.413.083
2021	\$ 71.956,7	1.188.018.198

Fuente: elaboración de la autora.

8.2 Egresos

Para la proyección de los egresos se consideraron los costos de fabricación variables o directos de un cilindro y los gastos operacionales asociados al funcionamiento de la unidad de negocio.

8.2.1 Costos de fabricación

En la Tabla 19 se presenta la proyección de los costos de fabricación en la situación sin proyecto en el período 2017-2021; para este cálculo se considera la inflación proyectada en los próximos cinco años. La materia prima tiene un desperdicio actual del 15 %, que se tuvo en consideración para el análisis. Se presenta su determinación para los tres elementos de costos variables asociados, calculados teniendo en cuenta el impacto para un escenario con inversión y un escenario sin inversión:

- Aire incorporado al cilindro: hay menos desperdicio de aire, alrededor del 15 %, con la inversión en el nuevo sistema.
- Electricidad: aumenta al tener que producir mayor cantidad de unidades y, por ende, mayor tiempo de encendido, así como el nuevo sistema demanda mayor potencia.
- Mano de obra: se reduce al aumentar la productividad de trabajo con la nueva inversión.

Tabla 19. Análisis costos variables sin proyecto

ANÁLISIS DE COSTOS VARIABLES Y/O DIRECTOS DE FABRICACION SIN INVERSION						
Elemento de Costo	\$/Cilindro	Proyección Costos Unitarios				
		2017	2018	2019	2020	2021
Materia Prima	3.105	3.260	3.407	3.543	3.667	3.777
Energía	1.049	1.101	1.151	1.197	1.239	1.276
Mano de Obra	1.954	2.052	2.144	2.230	2.308	2.377
TOTAL	6.108	6.414	6.702	6.970	7.214	7.431
Proyección Costos Variables - Directos de Producción						
Costo asociado		2017	2018	2019	2020	2021
Materia Prima		33.512.987	35.581.898	37.782.947	39.691.951	40.882.709
Energía		11.322.101	12.021.066	12.764.674	13.409.616	13.811.904
Mano de Obra		21.092.974	22.395.141	23.780.475	24.981.996	25.731.456
TOTAL		65.928.062	69.998.105	74.328.096	78.083.562	80.426.069

Fuente: elaboración de la autora.

Los diferentes elementos de costos se proyectan sus alzas con respecto a la inflación. La proyección de costos de fabricación de producto sin inversión se muestra en la Tabla 20. La proyección de los egresos en la situación con proyecto se puede apreciar que el costo por cilindro producido baja significativamente con respecto a la situación actual.

Tabla 20. Análisis costos variables con proyecto

ANÁLISIS DE COSTOS VARIABLES Y/O DIRECTOS DE FABRICACION ** CON INVERSION **						
ELEMENTO DE COSTO	\$/Cilindro	Proyección Costos Unitarios				
		2017	2018	2019	2020	2021
Materia Prima	2.700	2.835	2.963	3.081	3.189	3.285
Energía	1.400	1.470	1.536	1.598	1.654	1.703
Mano de Obra	604	635	663	690	714	735
TOTAL	4.704	4.940	5.162	5.368	5.556	5.723
PROYECCION COSTOS VARIABLES - DIRECTOS DE PRODUCCION						
ELEMENTO DE COSTO		2017	2018	2019	2020	2021
Materia Prima		32.023.877	37.054.827	42.583.408	48.176.083	54.229.064
Energía		16.604.973	19.213.614	22.080.286	24.980.191	28.118.774
Mano de Obra		7.168.901	8.295.135	9.532.769	10.784.752	12.139.779
TOTAL		55.797.750	64.563.577	74.196.462	83.941.026	94.487.616

Fuente: elaboración de la autora.

8.2.2 Gastos de administración y ventas

Corresponde a los conceptos de la nómina administrativa y comercial de soporte para el funcionamiento de esta línea de negocio, así como también a los gastos de mercadeo y publicidad y los gastos de distribución comercial del producto. Para los escenarios con inversión y sin ella, las estructuras de personal de las áreas no tienen impacto y lo único que en las proyecciones cambia es la dinámica de distribución por la venta de mayores unidades, así como los ajustes por inflación.

8.2.3 Gastos de mantenimiento

Incluye los mantenimientos preventivos y correctivos para la conservación y el buen funcionamiento (la eficiencia y la seguridad) del sistema de producción de aire medicinal.

8.2.4 Gastos financieros

Se calculan tomando como referencia una estructura de financiación del 70/30 en un plazo de 60 meses y una tasa de interés del 1.7 % efectivo, tal como se presenta en las Tablas 21, 22 y 23.

Tabla 21. Financiación

ESTRUCTURA DE FINANCIACION	
Recursos propios	\$ 106.766.214,10
Prestamo Bancario	\$ 45.756.948,90

Fuente: elaboración de la autora.

Tabla 22. Amortización

TABLA DE AMORTIZACION DEL PRESTAMO	
Monto	\$ 45.756.948,90
Plazo	60
tasa	1,7%
Cuota	\$ 1.234.818,44

Fuente: elaboración de la autora.

Tabla 23. Cálculo de cuotas e intereses

PERIODO	SALDO INICIAL	CUOTA	INTERES	CAPITAL	SALDO FINAL
0					\$ 45.756.949
1	\$ 45.756.949	\$ 1.234.818	\$ 796.209	\$ 438.609	\$ 45.318.340
2	\$ 45.318.340	\$ 1.234.818	\$ 788.577	\$ 446.241	\$ 44.872.099
3	\$ 44.872.099	\$ 1.234.818	\$ 780.812	\$ 454.006	\$ 44.418.093
4	\$ 44.418.093	\$ 1.234.818	\$ 772.912	\$ 461.906	\$ 43.956.186
5	\$ 43.956.186	\$ 1.234.818	\$ 764.875	\$ 469.944	\$ 43.486.243
6	\$ 43.486.243	\$ 1.234.818	\$ 756.697	\$ 478.121	\$ 43.008.121
7	\$ 43.008.121	\$ 1.234.818	\$ 748.378	\$ 486.441	\$ 42.521.680
8	\$ 42.521.680	\$ 1.234.818	\$ 739.913	\$ 494.905	\$ 42.026.775
9	\$ 42.026.775	\$ 1.234.818	\$ 731.301	\$ 503.517	\$ 41.523.258
10	\$ 41.523.258	\$ 1.234.818	\$ 722.540	\$ 512.279	\$ 41.010.979
11	\$ 41.010.979	\$ 1.234.818	\$ 713.626	\$ 521.193	\$ 40.489.786
12	\$ 40.489.786	\$ 1.234.818	\$ 704.556	\$ 530.262	\$ 39.959.524
13	\$ 39.959.524	\$ 1.234.818	\$ 695.329	\$ 539.489	\$ 39.420.035
14	\$ 39.420.035	\$ 1.234.818	\$ 685.942	\$ 548.877	\$ 38.871.158
15	\$ 38.871.158	\$ 1.234.818	\$ 676.391	\$ 558.428	\$ 38.312.731
16	\$ 38.312.731	\$ 1.234.818	\$ 666.674	\$ 568.145	\$ 37.744.586
17	\$ 37.744.586	\$ 1.234.818	\$ 656.788	\$ 578.031	\$ 37.166.555
18	\$ 37.166.555	\$ 1.234.818	\$ 646.729	\$ 588.089	\$ 36.578.466
19	\$ 36.578.466	\$ 1.234.818	\$ 636.496	\$ 598.322	\$ 35.980.144
20	\$ 35.980.144	\$ 1.234.818	\$ 626.085	\$ 608.734	\$ 35.371.410
21	\$ 35.371.410	\$ 1.234.818	\$ 615.492	\$ 619.326	\$ 34.752.084
22	\$ 34.752.084	\$ 1.234.818	\$ 604.716	\$ 630.103	\$ 34.121.981
23	\$ 34.121.981	\$ 1.234.818	\$ 593.751	\$ 641.067	\$ 33.480.914
24	\$ 33.480.914	\$ 1.234.818	\$ 582.596	\$ 652.222	\$ 32.828.692
25	\$ 32.828.692	\$ 1.234.818	\$ 571.247	\$ 663.572	\$ 32.165.120
26	\$ 32.165.120	\$ 1.234.818	\$ 559.700	\$ 675.118	\$ 31.490.002
27	\$ 31.490.002	\$ 1.234.818	\$ 547.953	\$ 686.866	\$ 30.803.136
28	\$ 30.803.136	\$ 1.234.818	\$ 536.000	\$ 698.818	\$ 30.104.318
29	\$ 30.104.318	\$ 1.234.818	\$ 523.840	\$ 710.978	\$ 29.393.340
30	\$ 29.393.340	\$ 1.234.818	\$ 511.469	\$ 723.350	\$ 28.669.990
31	\$ 28.669.990	\$ 1.234.818	\$ 498.882	\$ 735.936	\$ 27.934.054
32	\$ 27.934.054	\$ 1.234.818	\$ 486.076	\$ 748.742	\$ 27.185.311
33	\$ 27.185.311	\$ 1.234.818	\$ 473.047	\$ 761.771	\$ 26.423.540
34	\$ 26.423.540	\$ 1.234.818	\$ 459.792	\$ 775.027	\$ 25.648.514
35	\$ 25.648.514	\$ 1.234.818	\$ 446.306	\$ 788.513	\$ 24.860.001
36	\$ 24.860.001	\$ 1.234.818	\$ 432.585	\$ 802.233	\$ 24.057.768
37	\$ 24.057.768	\$ 1.234.818	\$ 418.625	\$ 816.193	\$ 23.241.574
38	\$ 23.241.574	\$ 1.234.818	\$ 404.423	\$ 830.395	\$ 22.411.179
39	\$ 22.411.179	\$ 1.234.818	\$ 389.973	\$ 844.845	\$ 21.566.334
40	\$ 21.566.334	\$ 1.234.818	\$ 375.272	\$ 859.546	\$ 20.706.788
41	\$ 20.706.788	\$ 1.234.818	\$ 360.316	\$ 874.503	\$ 19.832.285
42	\$ 19.832.285	\$ 1.234.818	\$ 345.098	\$ 889.720	\$ 18.942.565
43	\$ 18.942.565	\$ 1.234.818	\$ 329.617	\$ 905.202	\$ 18.037.363
44	\$ 18.037.363	\$ 1.234.818	\$ 313.865	\$ 920.953	\$ 17.116.410
45	\$ 17.116.410	\$ 1.234.818	\$ 297.840	\$ 936.978	\$ 16.179.431
46	\$ 16.179.431	\$ 1.234.818	\$ 281.536	\$ 953.283	\$ 15.226.149
47	\$ 15.226.149	\$ 1.234.818	\$ 264.948	\$ 969.871	\$ 14.256.278
48	\$ 14.256.278	\$ 1.234.818	\$ 248.071	\$ 986.747	\$ 13.269.531
49	\$ 13.269.531	\$ 1.234.818	\$ 230.901	\$ 1.003.917	\$ 12.265.614
50	\$ 12.265.614	\$ 1.234.818	\$ 213.432	\$ 1.021.386	\$ 11.244.227
51	\$ 11.244.227	\$ 1.234.818	\$ 195.659	\$ 1.039.159	\$ 10.205.068
52	\$ 10.205.068	\$ 1.234.818	\$ 177.577	\$ 1.057.242	\$ 9.147.826
53	\$ 9.147.826	\$ 1.234.818	\$ 159.180	\$ 1.075.639	\$ 8.072.187
54	\$ 8.072.187	\$ 1.234.818	\$ 140.463	\$ 1.094.356	\$ 6.977.832
55	\$ 6.977.832	\$ 1.234.818	\$ 121.420	\$ 1.113.398	\$ 5.864.434
56	\$ 5.864.434	\$ 1.234.818	\$ 102.046	\$ 1.132.772	\$ 4.731.661
57	\$ 4.731.661	\$ 1.234.818	\$ 82.335	\$ 1.152.484	\$ 3.579.178
58	\$ 3.579.178	\$ 1.234.818	\$ 62.281	\$ 1.172.538	\$ 2.406.640
59	\$ 2.406.640	\$ 1.234.818	\$ 41.878	\$ 1.192.941	\$ 1.213.699
60	\$ 1.213.699	\$ 1.234.818	\$ 21.119	\$ 1.213.699	-\$ 0

Fuente: elaboración de la autora.

8.2.5 Otros egresos

Corresponde a dos grandes rubros: compra y/o reposición de activos, que incluye las inversiones tendientes a mantener y mejorar el sistema de producción del AMS, e inversiones en I + D, que incluye aquellas tendientes al fortalecimiento de programas de investigación y desarrollo, mejoras de seguridad y prácticas y procedimientos de trabajo en el sistema de producción y comercialización del AMS.

8.3 Costo de oportunidad

Una vez desarrolladas las proyecciones de flujo de caja, se procede al respectivo análisis económico de cada escenario: con inversión y sin ella.

Para el escenario con proyecto se procede a la determinación del VPN, la TIR y la TIR modificada; y para el escenario sin proyecto se procede a la determinación del VPN.

Para la determinación del VPN se toma como costo de capital o de oportunidad el porcentaje resultante de calcular de manera ponderada los costos de interés de la estructura de endeudamiento que se va a utilizar para la inversión, y por parte de la empresa, de sus fondos propios.

8.3.1 Determinación del costo de oportunidad

Para la determinación del costo de oportunidad del inversionista se consideró que al ser una empresa multinacional que va a invertir en mercados emergentes, la beta de riesgo y el retorno de las acciones no están muy correlacionados. Godfrey y Espinosa (1996) argumentan que las firmas que invierten internacionalmente asumen riesgos de incertidumbre como las tasas de impuestos, las regulaciones y normas legales, el régimen de cambio y las políticas macroeconómicas; todo ello genera riesgos en los negocios. Por ello proponen ajustar el costo de oportunidad de dos maneras: primero, adicionando a la tasa libre de riesgo el *spread* entre el retorno de un bono soberano del mercado emergente (en este caso el bono de tesoro de Colombia) y el retorno de un bono comparable en Estados Unidos; y segundo, multiplicando la beta ajustada o desapalancada por la diferencia entre estos dos rendimientos.

Por último, se incluyó dentro del cálculo una prima de riesgo empresa, que correspondería a las variables de las debilidades y las fortalezas que tiene la empresa donde se realiza la inversión, en este caso Cryogas S. A.; desde la perspectiva de su funcionamiento como ente económico, esa medición cualitativa de riesgo condiciona el nivel aproximado de rentabilidad mínima que se espera obtener al invertir en ella.

La Tabla 24 muestra el costo de oportunidad.

Tabla 24. Costo de oportunidad

Prima Libre de riesgo	Bonos Estado - USA	2,01%
Credit Spread	Bono Estado Colombia	6,39%
Riesgo País por invertir en mercado	Crd Sp	4,38%
Prima de Riesgo	Rendimiento Mercado Accionario Colombia	11,46%
	Beta Sector	1,1
	Pr Rsk	5,58%
PRIMA RIESGO EMPRESA	Rendimiento - Utilidad Neta Accionistas	10,00%
	Calificacion Riesgo Empresa	37,5%
	Pr Rsk EMPRESA	3,75%
	Total Costo Financiero de Oportunidad	15,72%

Fuente: elaboración de la autora.

La prima libre de riesgo es tomada del porcentaje de tasas del tesoro de Estados Unidos en un período de cinco años tomando como referencia la fecha del 3 de marzo de 2017 de la Tabla 25.

Tabla 25. Prima libre de riesgo

Tasas del Tesoro de E.U.A. Porcentajes

	Letras del Tesoro	Nota del Tesoro			Bonos del Tesoro
	6 meses	2 años	5 años	10 años	30 años
20 Feb 2017	0,65900	1,19000	1,90200	2,41600	3,02300
21 Feb 2017		1,20900	1,92100	2,43000	3,04100
22 Feb 2017	0,66900	1,21600	1,89400	2,41400	3,03300
23 Feb 2017	0,65400	1,18400	1,85900	2,37300	3,01300
24 Feb 2017	0,64300	1,14500	1,80500	2,31300	2,95200
25 Feb 2017					
26 Feb 2017					
27 Feb 2017		1,19600	1,86600	2,36600	2,98400
28 Feb 2017	0,74000	1,26200	1,93000	2,39100	2,99600
29 Feb 2017					
1 Mar 2017	0,77600	1,28600	1,98800	2,45400	3,06100
2 Mar 2017	0,82500	1,31000	2,01600	2,47900	3,07300
3 Mar 2017	0,82700	1,30700	2,01000	2,47900	3,07200
4 Mar 2017					
5 Mar 2017					
6 Mar 2017		1,30700	2,02000	2,50100	3,10500
7 Mar 2017	0,85300	1,33000	2,05000	2,51900	3,12100
8 Mar 2017	0,86300	1,35600	2,09300	2,56100	3,14900
9 Mar 2017	0,87800	1,37500	2,13700	2,60600	3,18900
10 Mar 2017	0,88100	1,35500	2,09900	2,57500	3,16500
11 Mar 2017					
12 Mar 2017					
13 Mar 2017	0,91400	1,37400	2,13900	2,62700	3,21300
14 Mar 2017	0,91400	1,37800	2,12900	2,60100	3,17500
15 Mar 2017	0,87300	1,30100	2,00400	2,49400	3,10800
16 Mar 2017	0,86800	1,33400	2,05100	2,54100	3,15100
17 Mar 2017	0,86300	1,31800	2,01900	2,50100	3,11000
18 Mar 2017					
19 Mar 2017					
20 Mar 2017		1,29000	1,98600	2,46200	3,07700

Fuente: Bloomberg.

El riesgo país por invertir en el mercado colombiano se muestra en la Gráfica 6, en un escenario a cinco años.

Gráfica 6. Riesgo país



Fuente: Investing.

La beta del sector de la salud fue tomada de la familia de índices Coltes, que proporciona una serie de referencias del mercado de deuda pública; en el caso de este trabajo, el producto está enmarcado en el sector de la salud, para lo cual se tomó como referencia de la Tabla 26 un beta superior al de la empresa prestadora de servicios de salud Sura; para este caso el beta definido fue del 1.1 %.

Tabla 26. Beta del sector

Nombre	Vol. promedio (3m)	Cap. mercado	Ingresos	PER	Beta
Almacenes Exito	639,66K	6.776,73B	70.181,49B	7,71	1,13
Aval Acciones y Valores Pr.	4,93M	25.241,52B	30.024,70B	10,7	0,66
Avianca Pf	1,11M	941,50B	12.342,76B	55,62	0,69
Banco Davivienda Pf	144,87K	3.213,89B	10.012,26B	10,1	0,91
Banco De Bogota	12,99K	19.446,17B	24.836,11B	5,34	0,42
Bancolombia Pf	521,59K	25.643,42B	20.861,95B	9,04	0,73
Bcolombia	423,13K	25.643,42B	20.861,95B	9,04	0,73
Boisa De Valores De Colomb.	8,68M	427,61B	160,67B	17,74	0,73
Canacol Energy	136,93K		392,72B		
Celsia	348,26K	3.215,18B	3.794,91B	100,31	1,19
Cemargos	348,71K	15.918,17B	8.517,38B	32,52	1
Cementos Argos Pf	131,10K	15.918,17B	8.517,38B	32,52	1
Cemex Latam	150,77K	5.744,61B	3.752,86B	14,1	1
Colombiana	189,36K	6.591,23B	8.580,08B	12,7	0,55
Conconcret	800,79K	1.100,23B	1.471,65B	10,66	0,51
Ecopetrol	9,60M	54.479,62B	47.732,35B	34,8	1,1
Empresa De Energia De Bogo.	286,70K	16.709,74B	3.499,28B	11,02	0,72
Etb	815,08K	2.286,56B	2.252,32B		0,74
Grupo Argos	267,72K	16.825,81B	14.552,88B	27,78	1,19
Grupoaval	363,88K	25.241,52B	30.024,70B	10,7	0,66
Interconexion Electrica	398,94K	12.937,68B	12.137,55B	6,06	0,91
Nutresa	117,61K	10.950,94B	8.676,64B	27,54	0,91
Pfgrupoarg	190,52K	16.825,81B	14.552,88B	27,78	1,19
Pfgrupsura	90,79K	22.054,00B	17.694,31B	11,7	1,03

Fuente: Investing.

La prima de riesgo empresa se realizó mediante una medición cualitativa de riesgo que corresponde al analizar las debilidades y las fortalezas de Cryogas S. A. desde la perspectiva de su funcionamiento como ente económico. En la Tabla 27 se presentan las variables de puntuación definidas, siendo 0 riesgo bajo y 4 riesgo alto.

Tabla 27. Variables de puntuación prima de riesgo empresa

Variables de puntuación				
0	1	2	3	4
Multinacional	Muy grande	Grande	Mediana	Pequeña
Transa en Bolsa	Grupo Ec.	S.A.	Limitada	Unipersonal
Muy fácil	Fácil	Difícil	Muy Difícil	Imposible
Monopolio	Oligopolio	Lider	Medio	Pequeño
Muy preparado				Experiencial
Atomización				Único gerente
Disponibilidad ilimitada				No disponibilidad
Muy flexible				Rigidez absoluta
100%				0%
Atomización				Unico proveedor
Atomización				Unico cliente
Alta				Nula
Recaudo seguro				Difícil rotacion
SI Integrado				Información manual
Permanente				Inexistente
Certificado				No existente
Zona de alta seguridad				Zona de baja seguridad
Certificado				No existente

Fuente: elaboración de la autora.

El cálculo de la prima de riesgo empresa es la relación de la calificación del riesgo empresa sobre su máxima calificación, que es del 37.5 % de invertir en el proyecto. La Tabla 28 muestra la determinación de la prima de riesgo.

Tabla 28. Determinación de la prima de riesgo

Determinacion Prima Riesgo Compañía	
Factor	Puntaje 0(menor)-4 (Mayor)
Tamaño de la compañía	2
Acceso a capital patrimonial	3
Acceso a capital financiero	2
Participación de mercado	3
Nivel de la gerencia	0
Dependencia de empleados claves	1
Capacidad de acceso a publicidad y mercadeo	2
Flexibilidad líneas de servicio	2
Equipos propios	1
Concentración proveedores	3
Concentración de clientes	3
Posibilidad de economías de escala	1
Capacidad de Recobro	3
Manejo de información integrada	0
Sistema de auditoría	0
Sistemas de Calidad	0
Riesgo geográfico	1
Sistema de manejo ambiental	0
Calificacion de Riesgo Empresa	27,0
Maxima Calificacion de Riesgo Empresa	72,0

Fuente: elaboración de la autora.

Una vez calculado el costo de oportunidad, se procede a determinar el costo de capital promedio ponderado de las fuentes de financiación del proyecto de inversión. La Tabla 29 muestra el costo de capital.

Tabla 29. Costo de capital

		Monto	Costo Financiero	Poderado
TOTAL INVERSION	30% Air Products	\$ 45.756.949	12,0%	3,6%
	70% Recursos Propios	\$ 106.766.214	15,7%	11,0%
			CCPP	14,6%

152.523.163

Fuente: elaboración de la autora.

Para definir la viabilidad del proyecto se realizó un comparativo del valor presente neto del flujo de caja sin inversión, que se presenta en la Tabla 30, y el flujo de caja con inversión, que se presenta en la Tabla 31; el valor presente neto es positivo en el escenario de la situación con

proyecto, con un valor de \$ 73.605.459, lo cual permite concluir que el proyecto tiene viabilidad financieramente.

Tabla 30. Flujo de caja sin inversión

FLUJO DE CAJA PROYECTADO	AÑO 0	2017	2018	2019	2020	2021
INGRESOS						
Por Ventas-Recaudo del periodo		638.419.699	677.832.294	719.762.107	756.128.464	778.812.318
Por Arrendamiento de Cilindros		26.983.081	27.284.639	27.724.814	28.005.409	28.984.922
Total Ingresos		665.402.781	705.116.933	747.486.921	784.133.873	807.797.240
EGRESOS						
Costo de Venta - Variables -Directos		65.928.062	69.998.105	74.328.096	78.083.562	80.426.069
Gastos Administración y Ventas		96.390.000	100.727.550	104.756.652	108.423.135	111.675.829
Gastos de Mantenimiento Equipos		31.920.985	33.891.615	35.988.105	37.806.423	38.940.616
OTROS EGRESOS						
Inv. Compra-Repos. Activos		19.152.591	20.334.969	21.592.863	22.683.854	23.364.370
Inv. Desarrollo Comercial y Operativo		15.960.492	16.945.807	17.994.053	18.903.212	19.470.308
Total Egresos		229.352.130	241.898.046	254.659.769	265.900.186	273.877.191
FLUJO NETO OPERATIVO		436.050.650	463.218.887	492.827.152	518.233.687	533.920.049
Impuestos - Provision		148.257.221	157.494.422	167.561.232	176.199.454	181.532.817
NETO DESPUES DE IMPUESTOS		287.793.429	305.724.465	325.265.920	342.034.234	352.387.232
Mas Depreciaciones - Amortizaciones		0	3.511.308	7.239.386	11.198.078	15.356.784
NETO GENERACION DE CAJA		287.793.429	309.235.774	332.505.306	353.232.311	367.744.016
Cambio Neto en Caja						
Caja Inicial		0	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
más flujo neto total		287.793.429	309.235.774	332.505.306	353.232.311	367.744.016
Efectivo disponible		287.793.429	310.235.774	333.505.306	354.232.311	368.744.016
Saldo Mínimo en Caja		1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Excedente (Deficit) en Caja		286.793.429	309.235.774	332.505.306	353.232.311	367.744.016
VPN	1.097.434.014		CPPC	14,6%		

Fuente: elaboración de la autora.

Tabla 31. Flujo de caja con inversión

FLUJO DE CAJA PROYECTADO	AÑO 0	2017	2018	2019	2020	2021
INGRESOS						
Por Ventas-Recaudo del período		701.560.109	811.775.202	932.892.063	1.055.413.083	1.188.018.198
Por Arrendamiento de Cilindros		29.651.738	32.676.215	35.934.455	39.090.282	42.513.717
Total Ingresos		731.211.847	844.451.417	968.826.518	1.094.503.365	1.230.531.915
EGRESOS						
Costo de Venta - Variables -Directos		55.797.750	64.563.577	74.196.462	83.941.026	94.487.616
Gastos Administración y Ventas		197.780.000	206.680.100	214.947.304	222.470.460	229.144.573
Gastos de Mantenimiento Equipos		21.046.803	24.353.256	27.986.762	31.662.392	35.640.546
Abonos de Creditos		14.817.821	14.817.821	14.817.821	14.817.821	14.817.821
Gastos Financieros		9.020.396	7.686.989	6.046.897	4.029.585	1.548.290
OTROS EGRESOS						
Inv. Compra-Repos. Activos		21.046.803	24.353.256	27.986.762	31.662.392	35.640.546
Inv. Desarrollo Comercial y Operativo		17.539.003	20.294.380	23.322.302	26.385.327	29.700.455
Total Egresos		337.048.577	362.749.379	389.304.310	414.969.004	440.979.848
FLUJO NETO OPERATIVO		394.163.270	481.702.038	579.522.208	679.534.361	789.552.067
Impuestos - Provision		134.015.512	163.778.693	197.037.551	231.041.683	268.447.703
NETO DESPUES DE IMPUESTOS		260.147.758	317.923.345	382.484.657	448.492.678	521.104.364
Aporte Empresa	\$ 106.766.214	0	0	0	0	0
Crédito Terceros	\$ 45.756.949	0	0	0	0	0
Mas Depreciaciones - Amortizaciones		15.252.316	19.110.897	23.575.661	28.706.567	34.511.339
NETO DE GENERACION DE CAJA		275.400.074	337.034.242	406.060.318	477.199.245	555.615.703
Cambio Neto en Caja						
Caja Inicial		0	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
más flujo neto total		275.400.074	337.034.242	406.060.318	477.199.245	555.615.703
Efectivo disponible		275.400.074	338.034.242	407.060.318	478.199.245	556.615.703
Saldo Mínimo en Caja		1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Excedente (Deficit) en Caja	-152.523.163	274.400.074	337.034.242	406.060.318	477.199.245	555.615.703

VPN	1.171.039.473
TIR	199,5%
TIR MODIFICADA	73,9%

Fuente: elaboración de la autora.

9 Conclusiones

En este proyecto se establecieron unos objetivos específicos que tienen como fin ayudar a cumplir el objetivo general: evaluar la factibilidad del mejoramiento técnico del proceso productivo de ASM de la empresa Cryogas S. A., distrito Barranquilla, mediante el análisis actual del proceso de producción y de diferentes factores que le permita a la empresa desde un punto de vista financiero el cumplimiento de los objetivos estratégicos.

Estudio del entorno

Se evaluó el entorno utilizando dos matrices como herramientas para su análisis: la matriz pestle y la matriz Pace; se analizaron seis variables en la matriz pestle: política, económica, social, tecnológica, legal y ambiental, siendo la política la que tuvo más situaciones para tener en cuenta; la incertidumbre del cambio del período presidencial en 2018 y el nuevo período presidencial en Estados Unidos, que puede generar un aumento en el costo de los insumos primarios que son importados (por ejemplo, los cilindros). Por otro lado, en la variable social y económica está Electricaribe, empresa prestadora del servicio de energía en Barranquilla; en cuanto a la variable social, está la deficiencia en el servicio; y en la económica, la variación en el precio; en esta última variable la situación que genera mayor inquietud es la entrada del nuevo administrador del servicio de energía. En la variable de tecnología la situación de más relevancia es la incertidumbre de la tecnología que utiliza la competencia en sus procesos o sus planes de innovación teniendo en cuenta que son compañías multinacionales con un amplio flujo de caja para inversiones.

En la matriz Pace se analizaron cuatro variables: presión, acciones, capacidades y facilitadores, dando como resultado que el recurso humano es el común denominador entre las cuatro variables y un factor indispensable en la implementación del proyecto, resaltando cualidades como el conocimiento, el compromiso, la dedicación y el empeño.

Análisis de la evolución del mercado

Inicialmente se realizó un análisis detallado de la matriz dofa, que se construyó tomando como referencia factores externos con base en la matriz Pestle, clasificados en amenazas y oportunidades y factores internos; y con base en la matriz Pace, en debilidades y fortalezas. Los resultados de la matriz se evaluaron en cuatro ítems: producto / proceso, imagen / comunicación / publicidad, organización / RH y finanzas, tal como se presenta en la Tabla 32.

MATRIZ DOFA - AIRE SINTETICO MEDICINAL CRYOGAS		
INTERNO		
DEBILIDADES		FORTALEZAS
Producto/Proceso/Precio/ Distribución/Canales de venta	6	1
Imagen/Publicidad/ Comunicación		3
Organización/RRHH		2
Finanzas		1
TOTAL	6	7
EXTERNO		
AMENAZAS		OPORTUNIDADES
Economico/Político	1	
Insumos Proveedores	1	
Mercado	2	2
Tecnologico		1
TOTAL	4	3

Fuente: elaboración de la autora.

Como se muestra en esta tabla, en los factores internos se identificaron seis debilidades y siete fortalezas. Las seis debilidades se encuentran en el proceso de producción, y las fortalezas están centradas en los ítems de imagen / publicidad y organización / RH, con tres y dos fortalezas, respectivamente. En cuanto a los factores externos, se identificaron en total cuatro amenazas; dos de ellas se encuentran en el ítem mercado; y de las tres oportunidades se destacan dos, igualmente ubicadas en el ítem mercado. Según el diagnóstico que muestra la matriz, todas las debilidades se relacionan con el producto y su proceso, siendo seis fortalezas contra una sola, que se relaciona con la ubicación, lo cual deja en evidencia la necesidad de una mejora técnica que se logra con la implementación del proyecto permitiendo superar las debilidades identificadas.

Caracterización del mercado

Se identificó el público objetivo, quedando delimitado en clínicas u hospitales de tercer y cuarto nivel que se encuentren dentro de la malla de cobertura de servicio delimitada por la compañía Cryogas S. A., que cuenten con producción por medio de compresores, por lo cual requieran un *manifold* de *back-up* con cilindros, por lo general *manifolds* de 10 a 30 cilindros. Por otro lado, las clínicas y los hospitales que usen cilindros como sistema de abastecimiento principal con un volumen mayor a 195 m³ / mes, que equivalen a 30 cilindros de 6.3 m³ / mes y que estén dispuestos a firmar contrato de suministro; y, por último, clientes que tengan ventiladores con compresor incorporado como método de suministro individual y requieran el cilindro como *back-up* del sistema. Lo anterior hace que el target sea más selecto o reducido.

La Tabla 33 muestra la caracterización del mercado.

Tabla 33. Caracterización del mercado

CARATERIZACION DEL MERCADO				
PUBLICO OBJETIVO	SEGMENTACIÓN DEL MERCADO		COMPETENCIA	MARKETING MIX
	Sector privado	Sector Publico		
Clínicas y/o hospitales de tercer y cuarto nivel que se encuentren dentro de la malla de cobertura	Clínicas y hospitales del sector privado de tercer y cuarto nivel en la zona costa.	Clínicas y hospitales ubicados en la zona costa de tercer y cuarto nivel con recursos provenientes del estado. Cartera: difícil recuperación debido a la crisis del sector salud en el país. Precio: es una variable relevante debido a los pocos recursos que reciben y a los malos manejos administrativos. Apreciaciones: hacen licitaciones y/o contratos a corto plazo.	70% LINDE: compañía de mayor participación en la zona de la costa Atlántica, posee planta ASU en Cartagena PRAXAIR: Se Fusiona con LINDE, volviendo a esta última un competidor aun mas fuerte. 30% Oxiviva, Fonos Gases Industriales y Medicinales y Oxi Express (Empresas colombianas).	Producto: aire sintético medicinal usado por especialistas en salud para entubar pacientes que no pueden respirar. Precio: \$117.000.00 el cilindro de 6.5m3. Promoción y distribución: La venta se realiza a través de ejecutivos de negocio medicinales, no tiene publicidad. Distribución: Se transporta en carros acondicionados y certificados.
	Cartera: menos crítica pues se cumplen acuerdos estipulados. Apreciaciones: esta parte del segmento valora mucho el servicio y la oportunidad en las entregas			

Fuente: elaboración de la autora.

Segmentación del mercado

Se identificaron dos grupos: las entidades estatales y las entidades privadas, representadas en clínicas y hospitales de tercer y cuarto nivel ubicados en la zona de la costa atlántica. Los clientes ubicados en el grupo de entidades estatales tienen difícil recuperación de cartera debido a la crisis nacional del sector de la salud; las relaciones comerciales con dichas entidades se hacen a través de licitaciones y/o contratos a corto plazo; debido a los escasos recursos y los malos manejos administrativos, el precio es una variable significativa; en el caso de los clientes ubicados en el grupo de las entidades privadas, la recuperación de cartera es menos crítica, pues el índice de cumplimiento en los acuerdos es alto; esta parte del segmento valora mucho el servicio y la oportunidad en las entregas. El proyecto tiene cualidades que fortalecerían más la relación comercial con los dos grupos que conforman la segmentación del mercado, pues bajarían los costos, lo que permitiría una negociación más favorable con respecto al precio final y un mejoramiento en la prestación del servicio al producir más en menos tiempo.

La competencia

Se identificaron dos grandes empresas, lo que evidenció que la competencia directa es poca y está conformada por Linde y Praxair, que junto con Cryogas S. A. atienden el 70 % del mercado de la salud, siendo Linde la compañía de mayor participación en la costa atlántica y un competidor fuerte, pues tiene planta de producción de ASU (air separation unit) en Cartagena, y además, la fusión con Praxair le da más solidez, mientras que las plantas de producción de ASU de Cryogas S. A. se encuentran ubicadas en Sibaté y Barbosa, lo que aumenta el costo de distribución, por lo que se busca más eficiencia en los procesos para contrarrestar este costo. El 30 % del mercado restante lo atienden medianas compañías de origen colombiano como Oxiviva, Fonos Gases

Industriales y Medicinales y Oxi Express, lo que genera una amenaza como entrada de nuevos competidores.

Marketing mix

Se analizaron cuatro variables: el producto, el precio, la promoción y la distribución. El ASM es usado por especialistas de la salud para entubar pacientes que no pueden respirar por sí mismo o tienen deficiencia respiratoria, y tiene un precio fijado por la compañía en \$ 117.000.00 / cilindro de 6.5 m³; este precio puede variar según el segmento donde se encuentre el cliente, el consumo mensual y el interés de la compañía en el negocio. Su venta se realiza a través de ejecutivos de negocio medicinales, que para el caso de la costa atlántica son dos: un ejecutivo sénior que atiende los clientes de mayor volumen, y otro que atiende el segmento privado y de mediano consumo en Barranquilla, Cartagena, Santa Marta, Montería, Sincelejo, Valledupar y el departamento de La Guajira. Ninguna de las empresas de la industria de los gases tiene publicidad; se maneja por la demanda del mercado. Su distribución se realiza en carros acondicionados y certificados para el transporte seguro de cilindros.

Estudio técnico

Se realizó el estudio técnico mediante análisis de la cadena de valor y del proceso de producción actual del ASM. Según los elementos de la cadena de valor, el proyecto se ubica en la parte de actividades primarias; y según el flujograma de materia prima, que consta de cuatro eslabones, el proyecto se desarrolla en el último eslabón, denominado “estación de llenado”.

La Tabla 34 muestra la ubicación en la cadena de valor y el flujograma de la empresa.

Tabla 34. Ubicación en la cadena de valor y el flujograma

Cadena de valor	PROYECTO
Actividades de soporte	
Actividades primarias	X
Flujograma materia prima	
Obtención de materia prima planta ASU	
Almacenamiento Criogenico	
Transporte de liquido criogenico	
Estación de llenado	X

Fuente: elaboración de la autora.

Proceso actual de producción del ASM

Se realizó con base en los tiempos del proceso actual y los tiempos supuestos en el proceso con la implementación del proyecto, y se notó una disminución en el tiempo de preparación y el tiempo de producción; esta disminución está representada en 96 minutos, 1.6 horas de diferencia entre un proceso y el otro; a su vez se destaca que el número de cilindros por lote, que aumenta de 18 en el

proceso actual a 40 en el proceso con la implementación del proyecto; esto genera un aumento en la seguridad, una mayor velocidad de producción y una simplificación del proceso.

En la Tabla 35 se resaltan los dos ítems que presentan diferencia en minutos: el tiempo total empleado en cada proceso y la diferencia en el número de cilindros producidos por lote. La implementación del proyecto permite producir más en menos tiempo.

Tabla 35. Comparativo del proceso actual con el proceso con proyecto

PROCESO EN MINUTOS			
ITEM	PROCESO ACTUAL	PROCESO CON PROYECTO	DIFERENCIA
Tiempo de espera	12	12	0
Tiempo de preparación	76	46	30
Tiempo de producción.	204	138	66
Tiempo de transferencia	15	15	0
Tiempo total empleado	307	211	96
CILINDROS X LOTE			
# Cilindros X lote	18	40	22

Fuente: elaboración de la autora.

Recomendaciones

Se recomienda la realización de la inversión desde la perspectiva de mejoras en la productividad, especialmente en la seguridad de los métodos de trabajo. Este proyecto genera beneficios que se reflejan en los costos cuantificados en el proyecto y en los costos económicos asociados a los aspectos legales laborales que podrían ocurrir ante un accidente profesional de los que realizan la labor actualmente.

Asimismo, el análisis económico sustenta su viabilidad al tener un VPN superior a \$ 500 millones en el escenario de no realizar ninguna inversión, además de una TIR y una TIR modificada bastante amplias, que pueden contrarrestar cualquier escenario que se sensibilizara y que afectara los ingresos estimados del proyecto o los costos y gastos asociados a su ejecución.

La inversión también contribuye a un aumento importante de la capacidad instalada de esta línea de negocio, que, llevada de la mano con un mejor nivel de servicio de respuesta y cumplimiento a los pedidos de los clientes, puede no solo asegurar cumplir con el crecimiento mínimo planteado para la proyección de ingresos, sino que tiene un 20 % más para aumentar su nivel de ventas en el largo plazo.

Referencias

- Beck, D. (s. f.). Implementación de planes administrativos de alto nivel a través de la administración de proyectos. En Cleland y King, *op. cit.*, 188 (cita secundaria).
- Consejo de Administración de la Asociación Americana de Marketing, (2004). *Definición de investigación de mercado*. Recuperado de <https://www.ama.org/AboutAMA/Pages/Definition-of-Marketing.aspx>
- Cryofusión y Mandressi Italia, BDM (s. f.). Oxigen Cylinders. Recuperado de <http://www.oxygennitrogenplants.com/oxygen-cylinders.html>
- Cryogas S. A. (s. f.). *Gases criogénicos. Conceptos básicos y características*. Boletín 21. Chile.
- Chapman, A. (2004). *Análisis dofa y análisis pest*. Recuperado de <http://www.degerencia.com/articulos.php>
- Central Welding Supply (2017). *Sistema de almacenamiento criogénico*. Recuperado de <http://www.centralwelding.com/bulk-gases.html>
- ES Aqua Ltd. (s. f.). *Sistema de purificación de agua*. Jiangsu. Recuperado de <http://water-prodline.com/3-water-purification-system/194751>
- Gómez, E. y Díez, J. (2011). *Evaluación financiera de proyectos*. Medellín: Portafolio Centro de copiado.
- Grupo de investigación en gestión y evaluación de programas y proyectos de la Universidad de Valle (2005). *Breve reseña histórica de la gestión de proyectos*. Cali. Recuperado de 2016, de http://gyepro.univalle.edu.co/documentos/breve_resena_teorica_gp.pdf
- Heaney, B. (2012). *Supply Chain Visibility Excellence*. Aberdeen Group.
- Ing. L & A Boschi (s. f.). Plantas de llenado de nitrógeno y oxígeno. Recuperado de <http://www.oxygenplants.com/cylinder-filling-oxygen-nitrogen-plants.html>
- Khan Academy (s. f.). Ley presión parcial de Dalton. Definición de la presión parcial y el uso de la ley de presión parcial de Dalton. Recuperado de <https://es.khanacademy.org/science/chemistry/gases-and-kinetic-molecular-theory/ideal-gas-laws/a/daltons-law-of-partial-pressure>
- Metalmecánica Méndez (s. f.). *Tanques criogénicos para transporte*. Sibaté. Recuperado de <http://metalmendez.com/productos/tanques-criogenicos-para-transporte-2/>
- Mundo Compresor (2016). La filtración en las líneas de aire comprimido. Recuperado de <http://www.mundocompresor.com/frontend/mc/La-Filtracion-En-Las-Lineas-De-Aire-Comprimido-vn3044-vst27>
- Mundo Compresor (s. f.). Diferentes tipos de compresores. Análisis de los diferentes tipos de compresores y explicación de su funcionamiento general, para facilitar el conocimiento de sus características y aplicaciones. Recuperado de <http://www.mundocompresor.com/articulos-tecnicos/diferentes-tipos-compresores>
- Pelayo, C. M. (2009). *Las principales teorías administrativas y sus principales enfoques*. Córdoba: El Cid.

- Piping Engineering (s. f.). *Compresor*. Recuperado de <http://www.piping-engineering.com/pipe-fittings/>
- Quintero, J. y Sánchez, J. (2006). La cadena de valor: una herramienta del pensamiento estratégico. *Telos*, 8, 377-389. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99318788001>
- Rodríguez, C. A. (2001). Fayol's 14 principles of management then and now: A framework for managing today's organizations effectively. *Management Decision*, 39(10), 880-889. Recuperado de <http://search.proquest.com/docview/212062013?accountid=44394>
- Santesmases, M. M. (2012). *Marketing: conceptos y estrategias* (6.ª ed.). Madrid: Larousse – Pirámide.
- Sefic, Shangai Eternal Faith Industry Co (s. f.). *Planta ASU*. Recuperado de http://es.made-in-china.com/co_cnsefic/product-group/asu-plant_hyinguyug_1.html
- Varela, R. (2010). *Evaluación económica de proyectos de inversión*. Bogotá: McGraw-Hill.