



Escuela de Administración

Graduate School of Business (Rosario GSB)

Maestría en derecho y negocios

Propuesta estratégica para las MiPymes del sector de gases industriales en Bogotá:
gestión de inventarios, desabastecimiento y cumplimiento normativo. Estudio de caso

Presentado por:

Tatiana Yelitxa Lasso Villarraga

Bogotá, D.C. 29 de abril de 2026



Escuela de Administración

Graduate School of Business (Rosario GSB)

Maestría en Administración (MBA)

Propuesta estratégica para las MiPymes del sector de gases industriales en Bogotá:
gestión de inventarios, desabastecimiento y cumplimiento normativo. Estudio de caso

Modalidad Estudio de Caso

Presentado por:

Tatiana Yelitxa Lasso Villarraga

Bajo la dirección de:

Nicolas Villa Duran

Bogotá, D.C. 29 de abril de 2026

Índice

Índice.....	3
Preliminares	4
Dedicatoria	6
Declaración de Originalidad y Autonomía.....	7
Declaración de Exoneración de Responsabilidad	8
Lista de figuras	10
Lista de tablas.....	11
Abreviaturas	12
Glosario	14
Resumen Ejecutivo	17
Abstract	19
Keywords	20
Introducción	21
Descripción de la situación organizacional del estudio de caso	24
Descripción de la estrategia que se utilizará para el análisis del estudio de caso	34
Descripción de los resultados e implicaciones del estudio de caso	48
Conclusiones	66
Referencias.....	70

Preliminares

Dedicatoria

Quiero dedicar este escrito a mis padres, quienes me han transmitido el valor de la resiliencia y la empatía. Me han brindado el ejemplo para creer en la posibilidad de construir empresa en Colombia, aun cuando las oportunidades son limitadas. Su enseñanza sobre la importancia del trabajo y la unión familiar constituye un fundamento esencial en mi formación personal y profesional. Asimismo, expreso mi gratitud a mis hermanos y mi pareja, por recordarme que el esfuerzo compartido genera frutos y que, mediante la construcción conjunta, es posible avanzar hacia metas comunes.

Tatiana Yelitxa Lasso Villarraga

Declaración de Originalidad y Autonomía

Declaro bajo la gravedad del juramento, que he escrito el presente Reto Estratégico, en la propuesta de Estudio de Caso en el campo de conocimientos del programa de Maestría por mi propia cuenta y que, por lo tanto, su contenido es original.

Declaro que he indicado clara y precisamente todas las fuentes directas e indirectas de información y que este Reto estratégico no ha sido entregado a ninguna otra institución con fines de calificación o publicación.

A handwritten signature in black ink, reading 'Tatiana Lasso'. The signature is fluid and cursive, with the first name 'Tatiana' and the last name 'Lasso' clearly visible.

Tatiana Yelitza Lasso Villarraga

Firmado en Bogotá, D.C. el 29 de abril de 2026

Declaración de Exoneración de Responsabilidad

Declaro que la responsabilidad intelectual del presente trabajo es exclusivamente de su autor. La Universidad del Rosario no se hace responsable de contenidos, opiniones o ideologías expresadas total o parcialmente en él.

A handwritten signature in black ink, reading 'Tatiana Lasso'. The signature is fluid and cursive, with the first name 'Tatiana' and the last name 'Lasso' clearly visible.

Tatiana Yelitxa Lasso Villarraga

Firmado en Bogotá, D.C. el 29 de abril de 2026

Lista de figuras

Figura 1 Análisis del DOFA cuantificado	46
---	----

Lista de tablas

Tabla 1 Importaciones a Colombia del 2024 y 2025 en Nitrógeno y Argón	31
Tabla 2 Matriz DOFA	43
Tabla 3 Costo anual aproximado de diferentes tipos de software para las MiPymes	50
Tabla 4 Comparación entre sistema manual o herramienta básica vs software digital	52
Tabla 5 Ventajas y desventajas en las asociaciones.....	60

Abreviaturas

ANDI: Asociación Nacional de Empresarios de Colombia.

ANIF: Asociación Nacional de Instituciones Financieras.

CGA: Compressed Gas Association (asociación de gases comprimidos) que establece estándares técnicos y de seguridad para el manejo de gases comprimidos.

CIU: Clasificación Industrial Internacional Uniforme.

CO2: Dióxido de Carbono.

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

DOFA: debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas.

DOT: norma estadounidense que regula la fabricación, inspección y uso de gas comprimido.

ERP: Sistema de Planificación de Recursos Empresariales.

GLP: gas licuado de petróleo.

ISO: International Organization for Standardization. Organización Internacional de estandarización.

MiPymes: micro, pequeñas y medianas empresas.

NTC: norma técnica colombiana.

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

OIT: Organización Internacional Del Trabajo.

PESTEL: análisis político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal.

PIB: Producto Interno Bruto

SAS: Sociedad por Acciones Simplificada.

Glosario

Asociatividad: estrategia de colaboración entre empresas que permite compartir recursos, reducir costos y mejorar la capacidad de negociación (OECD, 2022).

Cadena de suministro: conjunto de procesos involucrados en la producción, almacenamiento y distribución de un producto desde el proveedor hasta el cliente final (Hayes, 2025).

Cilindro de gas: recipiente diseñado para almacenar y transportar gases a alta presión, cumpliendo con estándares técnicos y normativos de seguridad (Gas País, 2024).

Estampe: el marcado obligatorio de información técnica en el cuello de tanques de gas (Cámara sectorial de gases industriales y medicinales, 2022).

Marketplace: es un sitio web que permite a vendedores y compradores conectarse para comercializar productos de manera fácil y rápida (Amazon México, 2024).

Norma técnica: conjunto de estándares y regulaciones que establecen requisitos para productos y procesos (INSST, 2026, p. 7).

Prueba hidrostática: ensayo técnico utilizado para verificar la resistencia y seguridad del cilindro mediante presión (Pedro Loja Herrera, 2011).

Regulador: Pieza que permite reducir o mantener la presión de gas que se requiere como fuente de energía (Gas País, 2024).

Rótulo: etiqueta adherida al cilindro que proporciona información sobre el contenido, riesgos y manejo (Diccionario de la lengua española, 2014).

Válvula: dispositivo que permite introducir y extraer el gas (Gas País, 2024)

Anexos

Anexo 1: Formato de la encuesta realizada.

Anexo 2: Respuestas realizadas

Anexo 3: ¿Me voy a quedar sin producto?

Anexo 4: Folleto sobre la guía de manejo seguro para cilindros de gases industrial

Anexo 5: Análisis de DOFA

Anexo 6: Análisis financiero realizado por EMI

Anexo 7: Análisis financiero realizado por EMI

Resumen Ejecutivo

Propuesta estratégica para las MiPymes del sector de gases industriales en Bogotá: gestión de inventarios, desabastecimiento y cumplimiento normativo. Estudio de caso

El presente estudio de caso se desarrolla en el contexto del sector de gases industriales en Bogotá, caracterizado por su alta especialización, relevancia en múltiples cadenas productivas y baja visibilidad fuera del entorno técnico. La investigación analiza la situación organizacional de las MiPymes en Bogotá dedicadas a la distribución de estos insumos, identificando problemáticas relacionadas con el control de inventario de cilindros, la escasez del producto y el cumplimiento normativo. Para su desarrollo, se empleó un enfoque cualitativo de tipo descriptivo- exploratorio mediante muestreo por conveniencia basado en las relaciones de competencia y alianzas dentro del sector.

El análisis se complementó con herramientas estratégicas como PESTEL y DOFA. Los resultados evidencian debilidades en trazabilidad de cilindros, dependencia de proveedores dominantes que incrementa el riesgo de desabastecimiento y dificultades en la aplicación práctica de la normativa vigente. Como implicaciones, se identifican riesgos operativos, financieros y de seguridad que afectan la sostenibilidad empresarial.

En respuesta, el estudio propone la implementación de sistemas digitales de gestión de inventarios, modelo básico de pronóstico de desabastecimiento y una guía práctica de cumplimiento normativo, generando beneficios como mayor eficiencia operativa, reducción de pérdidas y fortalecimiento de la competitividad. Entre factores de éxito se destacan la adopción tecnológica, la planificación estratégica y la formalización de procesos. En conclusión, el fortalecimiento de estas capacidades resulta clave para la sostenibilidad y el crecimiento de las MiPymes en un sector altamente técnico y regulado.

Palabras clave

Gases industriales, MiPymes, gestión de inventarios, desabastecimiento, cumplimiento normativo

Abstract

Strategic Proposal for industrial gases MiPymes located in Bogota: for inventory management, shortage periods and normative compliance. Case study.

The following case study is developed within the context of the industrial gases segment in the city of Bogota, mainly characterized by its high specialization level, its relevance in multiple supply environments and the low visibility it has outside the technical context. The corresponding research focuses on the organizational reality of MiPymes in Bogota dedicated to industrial gases distribution, by identifying the main issues and pain points regarding storage cylinders inventory management, product scarcity and normative compliance. A descriptive-exploratory approach was employed to develop a convenience sampling based on competitors and partnerships along the segment. SWOT and PESTEL frameworks were implemented during this work to extract additional insights

The findings reveal the existence of problems regarding cylinder tracking; shortage risks associated with high reliance on predominant suppliers and normative application issues. All of this was identified as the trigger for operational, financial and security risks that directly impact the companies

This study provides and discusses multiple alternatives to prevent and reduce the impact of the previously mentioned issues, such as the implementation of digitalized inventory control systems, a basic model for shortage prediction and a practical guide for normative compliance,

aiming to increase operational efficiency, loss reduction and competitive advantage. Success factors can be summarized in technological adoption, strategic planning and processes normalization. In conclusion, the improvement of these capabilities is meant to directly impact sustainability and growth for MiPymes in such a technical and regulated segment.

Keywords

Industrial gases, MiPymes, inventory management, shortage, normative compliance

Introducción

El sector de gases industriales abarca la producción y comercialización de gases como el oxígeno, nitrógeno, argón, dióxido de carbono (CO₂), acetileno y otros gases especiales utilizados como insumos en industrias como: producción de alimentos, metalmecánica, manufactura, química, energía, y salud. Estos gases se utilizan como elementos esenciales en procesos productivos, atmósferas controladas, conservación, soldadura, refrigeración y aplicaciones médicas (SOUTH, 2025).

Su desarrollo científico se remonta a la Revolución Industrial, entre los siglos XVII y XIX, cuando comenzaron a incorporarse progresivamente en procesos industriales que los convirtieron en un componente estratégico para garantizar eficacia, seguridad y calidad en la producción moderna (Siñeriz, 2022).

En Colombia esta industria se consolidó en la década de 1990, conformada por un mercado diverso que incluye a empresas multinacionales, micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) y el segmento informal. De acuerdo con la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), para el 2024 más del 80% de las industrias del país utilizaban gases industriales para procesos productivos, generando aproximadamente 3.000 empleos directos y 15.000 indirectos (Cámara sectorial de gases industriales y medicinales, 2020).

Dentro del contexto nacional, Bogotá se posiciona como el principal nodo estratégico del mercado. La ciudad aporta aproximadamente el 25% del Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia (Observatorio de Desarrollo Económico, 2015). La economía bogotana está dominada

por el sector de servicios que representa entre el 56% y el 60% del PIB local. Sin embargo, la industria manufacturera, el comercio, la construcción y demás un 24.7%. Ya que estas actividades son las que demandan insumos industriales como lo son los gases industriales.

Así mismo, gracias a la cercanía con municipios industriales de la Sabana (como Mosquera, Funza, Cota y Madrid), Bogotá se ha convertido en un punto estratégico para albergar sedes de compañías nacionales e internacionales, facilitando la integración entre el consumo urbano y producción periférica, y fortaleciendo así su papel como centro de logística en materia industrial (*Why Bogota?* | *Investinbogota.org* | *Invest in Bogotá*, s. f.).

Aunque los gases industriales son fundamentales en muchas cadenas productivas, siguen siendo un sector poco visible y comprendido fuera de los entornos técnicos. Con frecuencia, es confundido con mercados más conocidos, como el gas propano de uso doméstico o gases medicinales.

Esta falta de visibilidad también se traduce en desafíos técnicos, logísticos y normativos, especialmente a las MiPymes. Es importante mencionar que el adecuado manejo de estos insumos influye directamente en la calidad del producto final, la eficacia operativa, la seguridad laboral, y el cumplimiento de la normativa vigente.

Con el propósito de aportar soluciones prácticas y aplicables al contexto empresarial, el presente documento busca articular la experiencia de las empresas de este sector con los hallazgos obtenidos mediante encuestas aplicadas a 20 empresarios vinculados al gremio, permitiendo analizarlos desde una perspectiva tanto técnica como operativa.

El caso estudio se estructura a partir de tres problemáticas principales en el sector:

1. **Control de inventarios de cilindros:** se revisarán los procesos actuales utilizados por empresarios para así buscar herramientas que permitan mejorar la seguridad, sostenibilidad y atención al cliente. Esto implica que la gestión de cilindros no solo es operativa, sino estratégica, debido a su impacto directo en los costos y la rentabilidad y es el que se encuentra más expuesto a pérdidas, robos o daños.
2. **Escasez del producto:** se analizarán situaciones en la que las empresas han agotado su inventario de gas para comercializar y los factores que las rodea, identificando causas relacionadas con la planificación, el suministro y la logística, y proponiendo alternativas viables para reducir el riesgo de interrupciones en el servicio.
3. **Fortalecimiento en el cumplimiento normativo en las MIPYME del sector de gases industriales:** se propone el desarrollo de una guía práctica a modo de folleto para promover el manejo seguro de insumos, garantizar la calidad del servicio y facilitar el cumplimiento de las disposiciones legales, contribuyendo a la protección de trabajadores, clientes y comunidad.

Es así como este reto presentará recomendaciones técnicas y de gestión orientadas a fortalecer la competitividad, la seguridad y la sostenibilidad de las MiPymes que operan con gases industriales en Bogotá. Con ello, aportar a la profesionalización de un mercado altamente especializado y aún poco visibilizado dentro del entorno empresarial.

Descripción de la situación organizacional del estudio de caso

En el presente estudio de caso se analiza la situación organizacional de las micro, pequeñas, y medianas empresas (MiPymes) dedicadas a la comercialización y distribución de gases industriales en Bogotá.

A partir de los resultados obtenidos de los 20 empresarios encuestados¹, se llevó a cabo una caracterización estructural de las empresas participantes, entendida como el proceso analítico orientado a identificar sus principales atributos organizacionales y operativos, con el propósito de comprender su dinámica y estructura dentro del sector considerando como variables el tamaño, la naturaleza jurídica, actividad económica (CIU) y tipos de productos comercializados.

Es importante precisar que la selección de los participantes se realizó mediante un muestreo por conveniencia, en relaciones de competencia y alianza dentro del sector (Question pro, 2026) esto debido a la alta especialización de la industria de gases industriales y a la ausencia de bases de datos públicas consolidadas en Colombia.

En relación con el tamaño empresarial, el 75% de las empresas encuestadas (15 organizaciones) reportó contar hasta con 10 empleados, mientras que el 25% restante (5 empresas) indicó tener entre 11 y 50 trabajadores, con un promedio general de 9 colaboradores por empresa.

¹ Véase anexo 1. Respuestas de la encuesta anexo 2.

Conforme con los criterios de clasificación empresarial establecidos en la legislación colombiana, la Ley 905 de 2004 define el tamaño empresarial con base en variables como número de empleados y activos totales. Dado que en el marco de este trabajo sólo se obtuvieron datos sobre la cantidad de colaboradores, se permite concluir que las organizaciones encuestadas se pueden clasificar como micro y pequeñas empresas.

Frente a la naturaleza jurídica, los resultados evidencian que el 45% de las empresas corresponde a Sociedades por Acciones Simplificadas (S.A.S), es decir 9 de 20, el 35% (7 empresas) a Personas Naturales Comerciantes, el 15% (3 empresas) a sociedades limitadas y el 5% (1 empresa) a empresas unipersonales. Esta distribución refleja una clara preferencia por las figuras jurídicas flexibles, de fácil constitución y menor carga administrativa (Backstartup, 2024). La predominancia de las S.A.S. confirma la tendencia hacia modelos societarios que permiten responsabilidad limitada, mayor autonomía en la estructura organizacional y adaptación a las dinámicas del mercado (Superintendencia de sociedades, 2018).

Respecto a la actividad económica, los códigos CIIU reportados muestran cierta diversidad dentro del mismo sector productivo. El 50% de las empresas de las empresas se clasifican bajo el código 4661, correspondiente al comercio al por mayor de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y productos conexos. Un 25% se ubica en el código 2011, relacionado con la fabricación de sustancias y productos químicos básicos, correspondiente a la producción de gases industriales y el otro 25% se ubica en códigos CIIU distintos entre 4759 y 4661.

Un aspecto clave es que la diferencia entre ambos códigos no es únicamente administrativa, sino estructural. Según la definición técnica del DANE en la CIIU rev. 4 A.C. el código 4661 se relaciona con actividades comerciales que no implican procesos de transformación industrial, mientras que el código 2011 corresponde a procesos manufactureros que requieren infraestructura productiva, controles técnicos y mayores niveles de inversión (Arango & Ramirez, 2020).

En relación con el portafolio de productos, el 95% de las empresas encuestadas manifestó trabajar principalmente con gases comprimidos como el oxígeno, nitrógeno y acetileno. Solo el 5% indicó manejar mezclas especiales. El resultado confirma que el núcleo del sector estudiado se centra en la distribución de gases industriales, ampliamente demandados como insumos claves para actividades de soldadura, corte y ensamblaje en manufactura.

Una vez caracterizadas las empresas encuestadas, resulta pertinente analizar las principales dificultades que enfrentan en su operación. De acuerdo con los resultados obtenidos, las problemáticas más relevantes que corresponden al control y trazabilidad de cilindros, la escasez de producto y finalmente al conocimiento y aplicación de la normativa relacionada con el manejo de equipos.

Control y trazabilidad de cilindros: Se define como la gestión de inventarios que le permite conocer a la empresa la cantidad de producto disponible (Siigo, s. f.). Para el sector, la gestión no se limita únicamente al inventario del gas como producto, sino que también contempla el seguimiento y control del envase en busca de mantener un registro detallado que

permita identificar la cantidad de cilindros en circulación, su disponibilidad y el responsable asignado. Este sistema es fundamental para garantizar trazabilidad, seguridad y sostenibilidad financiera, dado que el cilindro representa un activo de alto valor dentro del modelo de negocio.

El procedimiento habitual incluye la suscripción de un contrato de alquiler de equipos, en el cual se estipula que el cliente o distribuidor asume la responsabilidad de conservar el cilindro en buen estado y responder económicamente en caso de pérdida, daño o robo. Sin embargo, en la práctica muchas empresas enfrentan dificultades para formalizar estos contratos debido a la competencia informal que presta cilindros sin cumplir requisitos técnicos y regulatorios, afectando la seguridad y generando competencia desleal. De hecho, la Asociación Colombiana de GLP ha advertido públicamente sobre la presencia de estos agentes (Rosas, 2025), así como la Cámara de Gases Industriales y Medicinales de la ANDI y Bomberos de Bogotá lo han hecho (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, 2023).

Según las encuestas, el 95% de las empresas (19 de 20) manifestaron trabajar con gases comprimidos almacenados en cilindros. El 50% de las empresas indican que realiza un control de inventarios mediante hojas de cálculo de Excel o manuales, mientras que el otro 50% emplea un software especializado o herramientas digitales.

Estos resultados refuerzan la alta valoración que los empresarios otorgan al sistema de control de cilindros, en la pregunta 13 - ¿El control de inventario le ha permitido prevenir pérdidas, mejorar la trazabilidad o cumplir con requisitos legales? - los empresarios respondieron

que lo asocian como una herramienta clave para proteger activos de alto valor y fortalecer la seguridad operativa.

Esto plantea la necesidad de analizar la importancia del control de envasado en el sector. A diferencia de otros productos envasados, en este sector el consumidor no adquiere el cilindro, sino que paga principalmente por el gas contenido y el servicio de suministro. Sin embargo, el 100% de los empresarios encuestados afirmaron que el cilindro es más costoso que el contenido

Los cilindros de gases industriales son recipientes diseñados para operar a altas presiones (150-300 bar) y deben cumplir normas tales como NTC ISO 9809, NTC ISO 7866, Decreto 1072 de 2015, Decreto 1609 de 2002, NTC 2699, requisitos relacionados con la fabricación, inspección, transporte y manejo seguro de estos. De acuerdo con estas disposiciones, los cilindros deben someterse a inspecciones periódicas, llamadas pruebas hidrostáticas cada 5 años, con el fin de verificar su integridad estructural y garantizar condiciones seguras. Además, tienen una vida útil aproximadamente de 20 años, siempre que cumplan con las inspecciones y certificaciones (International Organization for Standardization, 2005).

Desde la perspectiva empresarial, el cumplimiento de estas normas implica costos adicionales asociados a la certificación, mantenimiento, inspecciones, rotulación, transporte especializado y gestión de seguridad industrial, lo que convierte a los cilindros no solo un medio de almacenamiento sino un componente estratégico de la infraestructura logística que requiere inversión continua.

Con el propósito de revisar el valor de los cilindros disponibles en el mercado, se realizó una verificación en diferentes Marketplace de Colombia con disponibilidad de estos productos como Mercado Libre y distribuidores. Como resultado se identificaron precios en moneda nacional para cilindros de oxígeno de 6.5m³, entre \$832.000 y \$1.117.014, con un precio promedio de \$974.507. Por otra parte, la recarga de oxígeno industrial para estos mismos cilindros oscila entre \$50.000 y \$122.700, con un precio promedio de \$86.350, demostrando así que el envase puede costar alrededor de 11 veces el valor del contenido en una recarga véase en los sitios web: (Instrumentalia S.A.S., 2026) (Oxígenos del sur, 2026) (*Recarga De Oxigeno Medicinal* | *MercadoLibre*, s. f.) (Occidental de gases, 2026).

En caso de que una empresa perdiera 10 cilindros en el transcurso de un año, las pérdidas ascenderían a \$9.745.070 anual si consideran los valores promedio previamente calculados. Para recuperar ese valor únicamente mediante la venta de gas, sería necesario realizar alrededor de 113 recargas adicionales.

Escasez de producto: Con la finalidad de conocer la percepción de los empresarios y su experiencia frente a la disponibilidad del producto, se formularon preguntas relacionadas frente al suministro, la competencia y a la gestión de la oferta de gases industriales.

En relación con la disponibilidad del producto, los resultados evidencian que la escasez es una situación percibida de manera significativa por los empresarios del sector. A lo cual respondieron el 80% de los encuestados (16 de 20) afirmó haber enfrentado este problema,

mientras que el 20% (4 de 20) indicó lo contrario. Esto evidencia que el desabastecimiento no es un evento aislado, sino una condición en el sector.

Cabe destacar que los gases industriales desempeñan un papel importante en la refinación de petróleo, como un subproducto o gas residual que puede ser transformado en otro producto industrial. Asimismo, que hay plantas de producción de gases comprimidos funcionan con sistemas termoeléctricos, lo que significa el uso de gas propano. (Bonaquist & Praxair INC, 2008)

Por otro parte, frente a estrategias adoptadas por los empresarios, en cuanto a la percepción de dificultades en la negociación con proveedores de mayor tamaño, empresas multinacionales, algunos indicaron haber experimentado limitaciones al negociar precios o condiciones comerciales, dado que entre menor sea la capacidad de negociación mayor dificultades tienen al asegurar su suministro.

Esta situación se ve agravada por la concentración del mercado en empresas multinacionales – Cryogas, Linde y Praxair- al acaparar el 75% o más ventas totales del sector (Gomez & Tilbes, s. f.).

Adicionalmente, la siguiente estrategia es la importación de producto, esto ha incrementado entre un 18% y 22 % en gases industriales como el nitrógeno y el argón. Conforme a World Integrated Trade Solution en las importaciones entre el 2024 y 2025 se describe lo siguiente:

Tabla 1*Importaciones a Colombia del 2024 y 2025 en Nitrógeno y Argón*

Gas industrial	Importaciones en 2024	Importaciones en 2025	Variación	Principales países proveedores
Nitrógeno	507 millones de m3	620 millones de m3	+22%	Estados Unidos, Israel, Australia, Italia
Argón	140 toneladas	165 toneladas	+18%	Estados Unidos, Unión Europea, China

Nota: Comparación de importaciones del 2024 y 2025 en Nitrógeno y Argón.

Fuente: elaboración propia con base en (World integrated trade solution, 2024) (Observatorio de Complejidad Económica, 2018).

De acuerdo con Red Logística Internacional, importar productos es una estrategia clave para fortalecer y diversificar. Sin embargo, pueden generar problemas relacionados con costos por el transporte, cambios en la oferta global, fluctuaciones en las tasas de cambio, menor desarrollo tecnológico y en la competencia (Campos, 2025).

Este aumento en las importaciones evidencia la creciente dependencia creciente del mercado internacional para el abastecimiento de gases industriales. Esta situación se relaciona directamente con la capacidad limitada de la producción nacional, la cual se refleja en el número reducido de separación de aire disponibles en el país.

En Colombia, de acuerdo con a la Cámara de gases industriales y medicinales de la ANDI Colombia cuenta solamente con 9 plantas de separación de aire para la producción de oxígeno, nitrógeno y argón ubicadas en: Galapa- Atlántico, Cartagena- Bolívar, Yumbo-Valle, Barbosa-Antioquía, Tocancipá-Cundinamarca y Sibaté-Cundinamarca (ANDI - Cámaras Sectoriales, s. f.).

Este conjunto de factores ha configurado para las PYMES en Bogotá, condiciones desiguales frente a grandes actores, problemas de acceso, recursos limitados han provocado tiempos de escasez en temporadas de producto.

Fortalecimiento en el cumplimiento normativo en las MiPymes del sector de gases industriales: Dado el nivel de especialización y rigurosidad que implica el manejo de gases, muchas personas – tanto informales como empresas constituidas- han venido desconociendo la importancia de conocer y aplicar el marco normativo vigente en sus operaciones lo que ha derivado prácticas inseguras, incumplimiento legal, riesgos los colaboradores, la comunidad y el medio ambiente (Mercado, 2018).

Ante este panorama, la encuesta consultó a los empresarios cómo verifican el estado de los cilindros, la frecuencia de inspección, el conocimiento de la norma aplicable, la capacitación

del personal y la implementación de seguridad industrial. A lo cual respondieron que, si las conocen, sin embargo, falta la implementación como la capacitación del personal.

Es un pilar fundamental ya que ayuda a la prevención de riesgos laborales. La importancia se evidencia conforme a la Organización Internacional del Trabajo (OIT) cada año se producen aproximadamente 2.78 millones de muertes relacionadas con el trabajo, muchas de ellas asociadas a condiciones inseguras en los lugares de trabajo y al manejo inadecuado de equipos o sustancias peligrosas (Cristina González et al., 2025).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) indica que las MiPymes tienen dificultades para comprender estándares técnicos y regulatorios, así como conocer la normativa aplicable al manejo de gases comprimidos. Ya que la limitación puede ser de acceso o la cantidad de información. Sin embargo, la adopción progresiva de estos lineamientos contribuye a fortalecer la cultura de seguridad, mejorar la gestión del riesgo y garantizar condiciones de trabajo más segura para los colaboradores y para la comunidad. (Cusmano et al., 2018)

De ahí se hace urgente la elaboración de una guía rápida y práctica que permita a los empresarios de pequeñas y medianas empresas mejorar sus prácticas operativas, garantizar la seguridad en el manejo de los productos. Buscando ser un instrumento educativo, que prevenga y fortalezca a las empresas.

Descripción de la estrategia que se utilizará para el análisis del estudio de caso

La investigación se planteó como un estudio de caso que es una metodología cualitativa que permite examinar la situación de los empresarios propietarios de empresas micro, pequeñas y medianas de gases industriales en Bogotá. Este enfoque resulta pertinente ya que facilita la comprensión de las dinámicas del sector y ofrece un marco contextualizado para el análisis.

Asimismo, el estudio se desarrolló bajo un enfoque práctico y comparativo, sustentado en la recopilación de información primaria mediante una encuesta aplicada a 20 empresarios del sector. Dichos resultados se completaron con fuentes secundarias entre ellas estudios financieros, informes sectoriales y noticias especializadas lo que permite construir una visión más completa del entorno.

El enfoque cualitativo de tipo descriptivo-exploratorio se realizó mediante un muestreo por conveniencia, basado en relaciones por competencia y alianzas debido a la ausencia de bases de datos públicos. Este tipo de muestreo permite acceder a información relevante en contextos donde la población es de difícil acceso, obteniendo información relevante del mercado, aunque puede implicar en limitaciones en términos de representatividad, es decir no representa todas las MiPymes en Bogotá (Ochoa, 2015).

Sobre esta base, con el objetivo de identificar oportunidades y tomar decisiones estratégicas se procede a realizar un análisis PESTEL – Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico y Legal-

Factores políticos:

- La relación del sector con la industria energética es que algunos gases pueden obtenerse como subproductos de procesos químicos o de refinación, por lo que la actividad del sector está influenciada por las políticas energéticas del Estado. En Colombia, estas actividades están reguladas por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (Ministerio de Minas y Energía, 2012), es decir que sus políticas están fijadas por el Ministro de Minas y Energía, quien a su vez le responde al Presidente de la República, se traduce que depende políticas del presidente de turno.
- Igualmente, en los últimos años el país ha enfrentado una creciente preocupación por la crisis energética relaciona con el gas natural y el sector de hidrocarburos, caracterizada por la disminución de las reservas, la caída de la producción nacional y el aumento de la dependencia a las importaciones (Guerrero, 2025).
- Como respuesta a los tiempos de escasez de producto, y a limitaciones en la producción local, se ha presentado la creciente alza en las importaciones de ciertos gases de alta pureza, particularmente el argón. De acuerdo con datos de Internacional Trade Center en el 2022 las importaciones de argón alcanzaron aproximadamente \$837,70 mil dólares, siendo Trinidad y Tobago el principal proveedor (World Integrated Trade Solution, 2022). Para el 2023, las importaciones aumentaron hasta apropiadamente \$1.803,83 mil dólares con China como principal proveedor (World Integrated Trade Solution, 2023). Posteriormente, en el 2024 las importaciones

alcanzaron aproximadamente \$2.399,63 mil dólares, manteniéndose China como principal origen del producto. Lo que representa que entre 2022 al 2024 crecieron las importaciones en un 186% (World Integrated Trade Solution, 2024).

- Bajo este enfoque, las tensiones surgidas entre China y Estados Unidos que afectan a las MiPymes en la disponibilidad de equipos y gases especializados. De acuerdo con el análisis del Observatorio de Innovación empresarial de la Universidad del Rosario, las tensiones comerciales internacionales pueden generar cambios globales de suministro y afectar los costos y disponibilidad de insumos (Alguero, 2025).

Factores económicos:

- De acuerdo con el análisis comparativo de la información financiera sectorial en EMIS (EMIS Next, 2025), se evidencia que el mercado presenta una alta concentración y una estructura competitiva asimétrica que impacta de manera significativa a las MiPymes. El sector se encuentra dominado por multinacionales con amplia capacidad financiera y economías de escala consolidadas. Compañías como Oxígenos de Colombia Ltda y Messer -entre 10% y 22%- tienen ingresos muchos más altos y una estructura financiera mucho más sólida que las empresas locales, lo que evidencia una mayor capacidad de inversión, expansión y sostenibilidad competitivas. En contraste, las MiPymes trabajan con ganancias ajustadas -entre el 3% y el 5%-, lo que hace más

difícil que puedan invertir en nueva tecnología, mejorar sus procesos o ampliar sus operaciones.

- El mercado de gases industriales presenta crecimiento sostenido debido a su aplicación en varios sectores: como servicios y eventos, conservación de alimentos. Según el informe de la consultora internacional Market and Markets, el mercado global de gases industriales podría superar los 170 mil millones de dólares al año 2023 (Markets and Market, 2023).
- Como consecuencia de la guerra comercial entre Estados Unidos y China, el economista José Manuel Restrepo ve como una acción posible para reducir las amenazas, es fortalecer la capacidad competitiva de las MiPymes para que tengan vocación exportadora en sectores textiles, manufactureros y algunos insumos químicos (Markets and Markets, 2024).
- Aunque el mercado está dominado por grandes multinacionales, existen estrategias que pueden fortalecer el desarrollo de las MiPymes, una de ellas es el acceso al financiamiento mediante programas de desarrollo impulsados por Bancóldex ofreciendo líneas de crédito a estos empresarios para inversión de tecnología y maquinaria (Bancóldex, 2026).

Factores sociales:

- Gracias a la versatilidad de las propiedades químicas de los gases industriales, su aplicación trasciende el ámbito estrictamente productivo. En la industria alimentaria, por ejemplo, en el nitrógeno y dióxido de carbono se emplean estratégicamente en la conservación de alimentos y en la elaboración de bebidas carbonatadas (Linde PLC, 2026) haciéndolo más cercano a la comunidad sin necesidad de pensar que es un simple insumo en áreas industriales.
- Adicionalmente, en el sector de entretenimiento de Bogotá ha mostrado un crecimiento significativo según cifras Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Entre el 2014 y 2024 el rubro de actividades artísticas, de entretenimiento y recreación creció más del 133% (Alguero, 2026) en este contexto, el uso del dióxido de carbono ha sido clave en la generación de efectos especiales, contribuyendo a la creación de experiencias visuales y sensoriales que enriquecen la oferta cultural y recreativa ofreciendo nuevas oportunidades a los empresarios (webadmin, 2025).
- El pasado 5 de enero de 2026 se registró una explosión en el sur de Bogotá, provocada por la indebida manipulación de gas industrial por parte de vendedores informales que desarrollaban su actividad al interior de un inmueble de uso residencial, sin cumplir la normativa de seguridad vigente. Este hecho genera una fuerte afectación social en el sector de gases industriales, ya que los residentes manifestaron su preocupación y

calificaron el incidente como una “bomba anunciada”, al tratarse de una situación de riesgo conocida y no atendida por las autoridades. Lo ocurrido no solo incrementa el temor y desconfianza de la comunidad frente al manejo de los cilindros de gas en zonas habitadas, sino también impacta negativamente la percepción sobre la actividad comercial, afectando a quienes sí operan de manera legal y responsable. El incidente también resalta la importancia de cumplir estrictamente las normas para evitar tragedias que pongan en riesgo a los colaboradores y la comunidad (Rozo, 2026).

Factores tecnológicos:

- La implementación de sistemas de automatización y control para garantizar la seguridad en el manejo de gases comprimidos. Es un sistema de sensores, válvulas inteligentes que permiten detectar fugas, monitorear la presión de los cilindros y prevenir accidentes (TCA Automation, 2025).
- Incluir sistemas digitales de gestión de cilindros a través de códigos QR o sistemas de monitoreo remoto, realizar plataformas digitales para la gestión de gases industriales ofreciendo un software especializado en la trazabilidad de cada cilindro (Gestión gases industriale, 2025).
- El desarrollo de sistemas de generación de gases en sitio permite producir oxígeno o nitrógeno directamente en instalaciones industriales o hospitalarias evitando gasto en logística de transporte y mejora la eficacia del suministro (Neofluid, 2026)

Factores ecológicos:

- La transición hacia tecnologías más limpias, como el hidrógeno verde, tiene potencial de transformar la estructura del sector a largo plazo, generando nuevas oportunidades de mercado. Estas tecnologías permiten, por ejemplo, la producción y aprovechamiento del Co₂, además de poder ser utilizado como insumo de diversas industrias en donde los gases funcionan como materias primas, como el sector siderúrgico. Este cambio impulsa procesos más sostenibles y refuerza el papel estratégico de los gases industriales en la transición energética. (Didascalía EG, 2023).
- La producción de gases industriales requiere mucha energía, especialmente en plantas de separación de aire. Actualmente, se podría alimentar esas plantas con energías renovables como solar o eólica para reducir la huella de carbono en estos procesos como por ejemplo empresas como Air liquide y Linde plc (Air Liquide, 2025).
- Internacional Energy Agency explica cómo a través de otros procesos industriales como de plantas químicas o de cervecerías podrían capturarse y reutilizarse en Dióxido de Carbono CO₂ permitiendo reducir emisiones y que se haga a través de procesos fósiles. (Internacional Energy Agency, 2021).

Factores legales:

- Las empresas que producen almacenan o distribuyen gases industriales deben cumplir un marco regulatorio que establecen requisitos de diseño, marcado, mantenimiento y seguridad. El Ministerio de Comercio ha emitido reglamentos técnicos (NTC) reglamentan los estándares de calidad y seguridad además de unificarlos (Cámara sectorial de gases industriales y medicinales, 2025).
- El transporte de gases comprimidos se considera transporte de mercancías peligrosas. El Decreto 1609 de 2022 regula el transporte terrestre de sustancias peligrosas estableciendo requisitos para etiquetado, señalización de los vehículos, capacitación del personal transportador y documentación de seguridad del producto (Presidente de la República, 2002).
- Las empresas que participan en el sector de gases industriales están obligadas a cumplir con disposiciones técnicas que regulan la inspección periódica de cilindros y la ejecución de pruebas hidrostáticas. Dichos procedimientos se encuentran definidos por la norma de fabricación del cilindro, lo cual determina la prioridad inicial de las pruebas: en el caso de los cilindros fabricados bajo la norma DOT la primera prueba debe realizarse transcurridos 10 años después de su producción; para los cilindros producidos conforme a la norma ISO, la primera prueba debe efectuarse a los 5 años posteriores a su fabricación. Una vez cumplida la primera inspección, las pruebas

deben repetirse cada 5 años, hasta que el cilindro salga del mercado. Este marco regulatorio se encuentra en la NTC 2699 (Granados Teran, 2024).

- El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en el año 2013 con la Resolución 2876 expidió el reglamento aplicable a la información el estampe original, etiquetado y aspecto físico de cilindros transportables sin costuras o sin soldaduras, de alta presión para gases industriales y medicinales, que se importen o se fabriquen nacionalmente para su comercialización o uso en Colombia (Ministerio de comercio, industria y turismo, 2013).

Después de analizar el entorno del sector de los gases industriales mediante un modelo PESTEL, es necesario utilizar una metodología que permita entender a los empresarios cómo estos factores externos afectan al sector. En ese sentido, la matriz DOFA ayudará a organizar y evaluar la información obtenida en el análisis del entorno, permitiendo identificar las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que influyen en la competitividad de ellas. De esta manera, la matriz DOFA funciona como un instrumento que permite interpretar la información obtenida y orientar estrategias que ayuden a las MiPymes a enfrentar desafíos existentes en el sector.

Tabla 2*Matriz DOFA*

FORTALEZAS	DEBILIDADES
1. Por característica las MiPymes pueden adaptarse rápidamente a cambios del mercado y ofrecer soluciones personalizadas, este caso abrirse a mercados como gases especiales (Indeed, 2025). 2. Según Confecámaras, las empresas formales en 2024 eran 1.8 millones y de estas 91.8% son MiPymes, por lo tanto, son actores claves en el desarrollo regional (La Nota Económica, 2025). 3. Un estudio de la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF) revela que al menos el 92% de las MiPymes en el país son de origen	1. Tienen limitaciones financieras para la inversión tecnológica y técnica, plantas de separación criogénica del aire, su inversión puede alcanzar entre 25 y 30 millones de dólares (Cámara sectorial de gases industriales y medicinales, 2017). 2. Como la mayoría de MiPymes son distribuidores dependen del suministro de gas producido por las grandes multinacionales, limitando su capacidad de negociación y control sobre los precios o disponibilidad (Markets and Markets, 2024). 3. Aunque existen programas de apoyo para las MiPymes enfrentan muchas

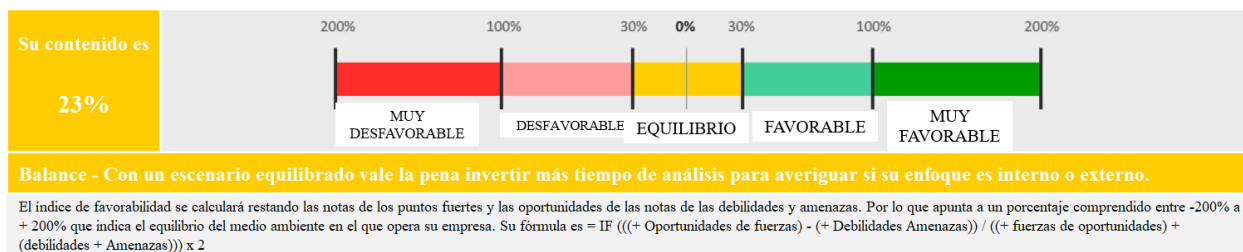
familiar, esto significa que su desempeño impacta directamente en la vida de las personas. (Retos y oportunidades de las Pymes - ANIF, s. f.) dado que existe experiencia acumulada por generaciones brindando una cultura organizacional propia transmitida de generación en generación. 4. Las MiPymes tienen estructuras organizativas más ágiles, lo que permite ajustar servicios y adaptarse a las necesidades específicas de los clientes. (Indeed, 2025).	limitaciones en el acceso a financiamiento restringiendo la capacidad de adoptar tecnologías (Bancóldex, 2026). 4. Las MiPymes carecen de capacitación constante y experticia debido a limitaciones de tiempo, recursos económicos o personal (Munar, 2025).
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
1. Hay tendencia de crecimiento en el mercado global, impulsado por el desarrollo de sectores como la manufactura, salud y alimentos (Markets and Markets, 2023).	1. Dominio del mercado por multinacionales grandes que cuentan con mayores recursos financieros y tecnológicos (EMIS Next, 2025).

2. El desarrollo de tecnologías energéticas como el hidrógeno verde abriendo nuevas oportunidades a las empresas productoras y los distribuidores de gases industriales. (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2022). 3. Adopción de mejora en procesos como la gestión de cilindros. 4. Utilizar nuevos métodos de financiación que no requieran tantos requisitos como los bancos, por ejemplo: Crowdfunding, Crowdlending o Reward (Stripe, 2025).	2. Dependencia de las importaciones de gases como el argón. 3. Los accidentes relacionados con cilindros de gas que generan presión social y regulatoria para aumentar controles de seguridad.
---	--

Nota: Evaluación actual de las empresas. Fuente: elaboración propia.

Como resultado del análisis DOFA se cuantifico el método con la finalidad de priorizar los resultados y de esta manera orientar las acciones del empresario.

Figura 1

*Análisis del DOFA cuantificado***Índice de favorabilidad****Visión general de los factores internos y externos**

fuerzas	29%	¡Sus fuerzas están más altas o igual que sus debilidades, mantenga ese buen resultado!
debilidades	18%	Sus debilidades son más bajas o igual que sus fuerzas, esa es una buena señal, pero no se acomode!
oportunidades	27%	Usted tiene más oportunidades que las amenazas y eso indica un futuro prometedor, sólo le falta alinear qué fuerzas van a optimizar las posibilidades de que suceda de hecho.
amenazas	27%	Sus amenazas son más bajas que sus oportunidades, pero aún así vale la pena analizar sus amenazas más relevantes y crear planes de acción para ellos.

Análisis de oportunidades

Adopción a la mejora de procesos	75
Tendencia al crecimiento comercial	48
Desarrollo de tecnologías e insumos	40
Alternativas de financiación	24
	0

Análisis de amenazas

Dependencia a las importaciones	100
Domínio del mercado por multinacionales	64
Riesgos de seguridad	18
	0
	0

Visión general de los factores internos y externos

fuerzas	195
debilidades	120
oportunidades	187
amenazas	182

Gráfico de radar del análisis DOFA**El análisis de las fuerzas**

Versatilidad en el mercado y ofrecer soluciones personalizadas	60
Conocimiento transmitido entre generaciones	50
Flexibilidad en ofrecimiento de servicios	45
Actores claves en el desarrollo regional	40
	0

Análisis de las deficiencias

Depender del suministro de multinacionales	40
Problemas de acceso a financiación	40
Falta de capacitación constante	25
Limitaciones financieras para la inversión tecnológica y técnica	15
	0

Nota: la figura muestra la evaluación objetiva de la situación estratégica de las MiPymes, permitiendo identificar qué tan favorable es su posición actual y facilitar la toma de decisiones. El escenario que se presenta se encuentra relativamente equilibrado, con un índice de favorabilidad del 23%, lo que indica una ligera inclinación positiva pero aún con presencia importante de riesgos. A nivel interno, las fortalezas superan las debilidades, evidenciando una base sólida en aspectos como la experiencia, la flexibilidad y el conocimiento. Sin embargo, en el entorno externo, las oportunidades y las amenazas son muy similares, lo que refleja un contexto competitivo e incierto donde los factores como la dependencia a las importaciones y la presencia de grandes competidores afectan el desempeño.

Fuente: elaboración propia.

Descripción de los resultados e implicaciones del estudio de caso

El análisis de estudio realizado a partir de la información recopilada en 20 empresas MiPymes del sector de gases industriales en Bogotá permitió identificar tres aspectos que influyen directamente en la eficacia operativa y el crecimiento en el mercado de estas organizaciones: la gestión de inventario de cilindros o control de cilindros, la escasez ocasional de producto y el conocimiento normativo limitado asociado con el manejo de estos envases.

Control de inventarios: En relación con el control o la gestión de inventario de cilindros, los resultados de la encuesta evidencian que una proporción significativa de empresas continúa gestionando este proceso mediante herramientas básicas o manuales. Específicamente, el 50% de las empresas encuestadas utilizan hojas de cálculo como Excel, mientras que el 20% realiza el control de manera manual, y solo el 25% cuenta con un software especializado para la gestión de cilindros.

La gestión de cilindros implica un proceso operativo y administrativo complejo, que impacta directamente en la seguridad, la rentabilidad y la atención al cliente. Este proceso comprende la formalización de contratos con los clientes, el establecimiento de depósitos o garantías por el uso del envase, la entrega y recepción de estos, así como su protección física durante el transporte y la utilización. Debido a la importancia de estas actividades se requiere un control preciso y constante para garantizar la trazabilidad de ellos y prevenir pérdidas o daños. (Melanie, 2017).

Cuando la gestión se realiza únicamente mediante registros manuales o herramientas básicas, aumenta el riesgo de inconsistencia en la información, dificultades para rastrear los envases en circulación y pérdidas económicas para la empresa (Nul global, 2026). en este sentido, la implementación de sistemas de gestión avanzados, apoyados en tecnologías digitales permite asegurar la disponibilidad de cilindros para suplir oportunamente las necesidades de los clientes, optimizar la logística mediante una adecuada planificación de recursos y fortalecer la sostenibilidad al reducir costos asociados a la reposición o reparación.

Por tanto, resulta fundamental evidenciar que la inversión en un sistema de gestión de cilindros no debe percibirse como un gasto inalcanzable reservado únicamente para las grandes empresas, sino como una herramienta estratégica que genera múltiples beneficios. En consecuencia, esta inversión se traduce en ahorros directos, mayor eficacia operativa y una ventaja competitiva sostenible, lo que evidencia que su impacto positivo se refleja de manera inmediata en la economía de la empresa y la protección de activos.

Tabla 3

Costo anual aproximado de diferentes tipos de software para las MiPymes

Tipo de software	Costo anual estimado	Qué incluye
ERP modular: es un software que gestiona los procesos de una empresa en una única base, en este caso solamente cubren algunas áreas específicas (Cho, 2025) Ej. Odoo(<i>Precios de Odoo Descubrir los planes de Odoo</i> , s. f.)	Aproximadamente entre \$2.000.000 a \$8.000.000 pesos colombianos por año la licencia y solamente el primer año la implementación entre \$15.000.000 a \$30.000.000 pesos colombianos (Odoo., 2026)	- Facturación electrónica. - Contabilidad. - Inventario entre 300-1000 cilindros. - Gestión de relaciones con el cliente. - 10 usuarios.
ERP empresarial: es el mismo software anterior la diferencia es que esta mejora la eficacia, reduce errores humanos y proporciona datos en tiempo real (Tecnología	Aproximadamente entre \$10.000.000 a \$40.000.000 pesos colombianos por año la licencia y solamente el primer año la implementación entre \$20.000.000 a \$80.000.000	- Gestión financiera - Inventario avanzado 1000-5000 cilindros - logística - Facturación electrónica.

4.0, 2024). Ej. SAP Business One	pesos colombianos (H&CO, 2026).	- Contabilidad - Hasta 50 usuarios
Software especializado de gases ej. TIMS Industrial Gas ERP	Aproximadamente entre \$15.000.000 a \$50.000.000 pesos colombianos por año la licencia y solamente el primer año la implementación entre \$20.000.000 a \$80.000.000 pesos colombianos (TIMS Software, 2026).	- Control de cilindros. - Trazabilidad. - Logística. - Inventario lleno/vacío.

Nota: se compara con la finalidad de facilitar la visualización y análisis de las diferencias entre los tipos de software que puedan ser utilizados por MiPymes para la gestión de inventarios. Fuente: elaboración propia.

Por lo que con la finalidad de explicar el proceso y ofrecerle al empresario un mayor número de herramientas para que tome su decisión respecto a las ventajas que podría obtener en estos dos sistemas. En medio del ejemplo, se opta por una ERP modular, ya que puede resultar más accesible y suficiente para cubrir sus necesidades económicas. Sin embargo, esta conveniencia depende de la cantidad de cilindros y movimientos que realiza a diario.

Tabla 4

Comparación entre sistema manual o herramienta básica vs software digital

CONCEPTO	SISTEMA MANUAL O HERRAMIENTA BÁSICA	SISTEMA DIGITAL (ERP MODULAR)
Personal necesario Se calcula conforme a la cantidad de tareas que debe realizar	Se requieren dos personas. Una de ellas debe encargarse del control operativo, lo que incluye el registro de entradas y salidas, así como la conciliación periódica del inventario para garantizar la trazabilidad y evitar inconsistencias. La otra persona debe asumir las tareas administrativas vinculadas a la gestión contractual, depósitos,	Una persona supervisando el sistema, subiendo la información por medio de QR, al tiempo realizando las tareas administrativas si son necesarias.

	facturación y seguimiento de los clientes.	
Costo del personal Para ilustrar la comparación vamos a utilizar el salario mínimo legal vigente. En el año 2026, este empleado recibe un pago mensual de \$2.000.000; sin embargo, el costo real para la empresa es mayor por los aportes a seguridad social y las prestaciones, significa que es \$2.744.387 (Enlace Operativo, 2026).	$\$2.744.387 \times 12$ $\text{meses} = \$32.932.644 \times 2$ $\text{empleados} = \$65.865.288$	$\$2.744.387 \times 12$ $\text{meses} = \$32.932.644 \times 1$ $\text{empleado} = \$32.932.644$
Costo de la licencia	\$0	$\$2.000.000 \text{ a}$ $\$8.000.000$
Implementación	Para estimar los costos asociados para llevar a cabo este método está asociada al	$\$15.000.000 \text{ a}$ $\$30.000.000$

	uso de la papelería. Se calcularon en promedio del mercado colombiano, consultados a través Office Depot, Panamericana, Éxito y Mercado libre. Entre la suma de hojas de papel para registro y reportes, carpetas y archivadores, impresión de contratos, tóner o tinta para impresora, cuadernos o libros de registro y otros insumos el costo estimado es de \$1.000.000	
Capacitación	\$0 pero depende del entrenamiento interno.	\$1.000.000-\$5.000.000
Errores humanos	Alto	Bajo, sistema automatizado
Velocidad de la operación	Lenta depende del trabajo	Rápida

Sistema de revisión	Difícil requiere que otra persona lo revise.	Fácil el mismo sistema lo hace.
Costo en el primer año	\$75.865.288	\$25.000.000 a \$50.000.000
Costo anual después del primer año	\$75.865.288	\$4.000.000 a \$10.000.000

Nota: Se compara entre los dos sistemas con el propósito de permitir una mejor comprensión en sus diferencias y un análisis de ambos escenarios. Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con lo revisado, el porcentaje de ahorro que obtiene el empresario al implementar este sistema alcanza al 51%. Aunque inicialmente podría pensarse que la alternativa digital resulta más costosa que la manual, la realidad es distinta. La diferencia podría radicar en la modalidad de pago; mientras el sistema manual se asume mensualmente, el digital requiere un único pago, lo que implica la necesidad de apalancamiento financiero para su adquisición. Sin embargo, este esfuerzo se traduce en un ahorro significativo y en ventajas estratégicas para la operación empresarial.

La escasez de producto: A partir de los de los resultados de la encuesta evidencian que las MIPYME del sector de gases industriales en Bogotá enfrentan riesgos recurrentes de desabastecimiento, asociados a factores como la concentración del mercado en pocos proveedores dificultades logísticas, dependencia de las importaciones y variaciones en la producción.

Bajo este enfoque es un proceso dinámico, se identificó que muchas empresas no cuentan con herramientas para anticipar la escasez, gestionando sus inventarios de forma reactiva. Esta situación incrementa la probabilidad de interrupciones operativas y pérdidas económicas (Pamela P & Fabozzi, 2026).

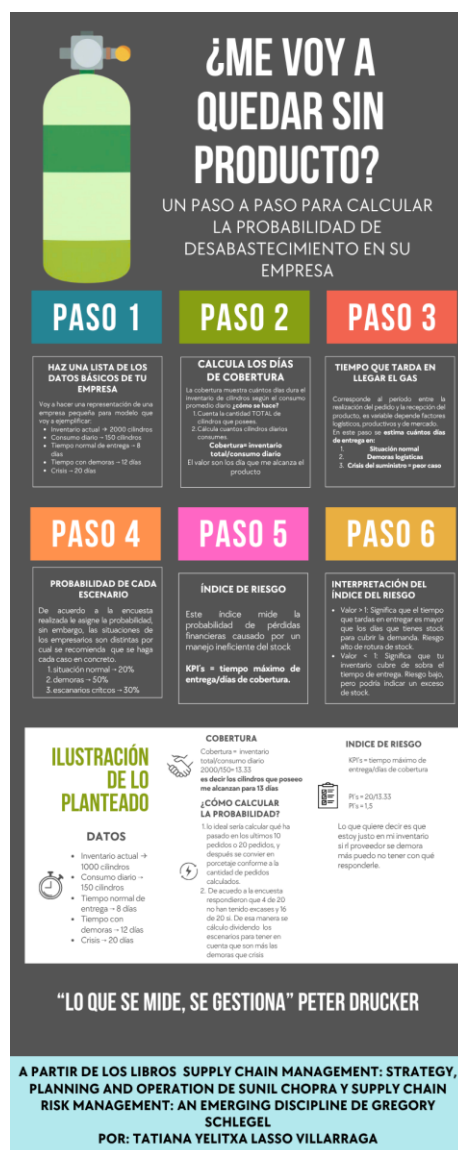
En este contexto, se hace necesario implementar un modelo de pronóstico de desabastecimiento que permita estimar el riesgo a partir de variables básicas como inventario, consumo y tiempos de reposición. Esta herramienta le facilitará la toma de decisiones, mejorar la planificación y fortalecer a las empresas para futuros incidentes.

El modelo propuesto se basa en principios de gestión de inventarios y análisis de riesgo en cadenas de suministro, utilizando indicadores como días de cobertura, balance de inventario y probabilidades de interrupción del suministro. El modelo simple de riesgo de desabastecimiento propuesto para MIPYME en Bogotá fueron desarrollados a través de dos obras: Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation de Sunil Chopra y Supply Chain Risk Management: an emerging discipline de Gregory Schlegel. Este enfoque permite estimar la probabilidad de desabastecimiento bajo condiciones de incertidumbre.

Estas incluyen retrasos logísticos, fallas en la producción o restricciones del mercado.

Anexo 3

¿Me voy a quedar sin producto?



Nota: infografía con el propósito de explicar paso a paso el ejercicio propuesto para identificar cuándo me voy a quedar sin producto. Fuente: elaboración propia con datos de (Schlegel & Trent, 2014).

Una vez realizado el análisis para identificar el riesgo de desabastecimiento en la empresa, resulta fundamental realizar acciones para mitigar el riesgo. En ese sentido, diversos

autores como Silver Chopra, Simchi Levi y Edward Silver han desarrollado enfoques y metodologías que permiten diseñar estrategias de respuesta y planes de contingencia orientados a mitigar el impacto del desabastecimiento.

Ajuste del inventario: Conforme al libro “*Inventory management and production planning and scheduling*” de los autores Edward A. Silver, David F. Pyke, Rein Peterson este concepto hace referencia al proceso mediante el cual una empresa modifica la cantidad de producto que mantiene disponible, con el fin de adaptarse a las condiciones reales de su operación. El ajuste del inventario no es un proceso no estático, sino dinámico, ya que requiere una revisión y actualización constante en función de la demanda, condiciones del mercado o eventos externos. De esta manera, el ajuste del inventario se convierte en una herramienta clave para equilibrar las necesidades de la empresa, minimizar el riesgo de desabastecimiento y optimizar los costos operativos. (Rein Peterson et al., 1998).

Ejemplo práctico: en el caso de la infografía se mencionó de un consumo diario de 150 cilindros y el peor caso son 20 días por lo que se haría:

$$\text{Stock de seguridad} = \text{Demanda} \times \text{Peor caso}$$

$$\text{Stock de seguridad} = 150 \text{ cilindros} \times 20 \text{ días}$$

$$\text{Stock de seguridad} = 3.000 \text{ cilindros}$$

En el caso ejemplificado, la empresa debería incrementar sus activos para alcanzar sus cilindros a 3000, lo que implicaría la adquisición de 1000 cilindros adicionales. Sin embargo, esta decisión conlleva un sobre costo significativo para una MIPYME, dado que, como se

mencionó previamente, el costo promedio de cada cilindro representa una carga financiera considerable. Por ello, la estrategia de aumento de inventario debe evaluarse cuidadosamente, considerando tanto la necesidad garantizar la continuidad operativa como la sostenibilidad económica de la empresa. en ese sentido se propone:

Anticipar pedidos: La anticipación de pedidos se fundamenta en el concepto de punto de orden, el cual establece que una empresa debe realizar un nuevo pedido antes que su inventario se agote, considerando la demanda y el tiempo de reposición (Rein Peterson et al., 1998). Este enfoque permite evitar desabastecimientos y mejorar la continuidad operativa, especialmente en contextos donde los tiempos de entrega son variables.

$\text{Inventario} \geq \text{consumo durante el tiempo de espera}$

Es decir: el inventario debe ser mayor o igual al consumo durante el tiempo de espera.

Asociaciones: Dado que la producción de gases industriales requiere altas inversiones de capital, lo que limita su acceso como las grandes empresas y genera estructuras de mercado concentradas. Las MIPYME enfrentan restricciones significativas en términos de disponibilidad y negociación. Este contexto, surgen alternativas como modelos asociativos, compras conjuntas, producción descentralizada y diversificación de proveedores para mejorar la resiliencia del suministro (Markets and Market, 2023). Sin embargo, hay unas ventajas y desventajas en realizar este tipo de asociaciones las cuales debe analizar el empresario.

Tabla 5.*Ventajas y desventajas en las asociaciones*

Ventajas	Desventajas
Mejores precios: al comprar en grupo se negocian mejores condiciones con proveedores.	Dificultad de coordinación: requiere organizar decisiones entre varias empresas.
Mayor poder negociación.	Conflicto de intereses entre empresas participantes.
Acceso a recursos compartidos en cuanto una infraestructura, transporte y almacenamiento.	Dependencia del grupo las decisiones dependen de otros.
Economías a escala cuando se aumenta la cantidad de costo unitario.	Pérdida de autonomía en algunas decisiones.
Mejor estabilidad en el suministro.	La mala gestión pueda generar ineficiencia.

Nota: cuadro de ventajas y desventajas en las asociaciones. Fuente: elaboración propia datos de (OECD, 2022)

Fortalecimiento en el cumplimiento normativo en las MIPYME del sector de gases industriales: A partir de todo lo mencionado anteriormente y de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada, se identificó que existe un marco normativo amplio y estructurado para el manejo de cilindros de gases industriales, persisten dificultades significativas en su comprensión y en la aplicación prácticas por parte de las MIPYME.

La necesidad de esta propuesta surge, en principio, porque las empresas producen, almacenan o distribuyen gases industriales están sujetas a un conjunto de regulaciones técnicas que establecen requisitos estrictos en cuanto de regulaciones técnicas que establecen requisitos estrictos en cuanto al diseño, marcado, mantenimiento y seguridad de los cilindros. Estas disposiciones, desarrolladas a través de normas técnicas como las NTC, buscan garantizar condiciones mínimas de calidad y seguridad en toda la cadena de suministro, pero su nivel de detalle y complejidad dificulta a su apropiación por parte de las MiPymes (Cámara sectorial de gases industriales y medicinales, 2025).

En ese sentido, la existencia de un marco normativo amplio y técnico, que, aunque necesario para garantizar la seguridad, resulta difícil de interpretar e implementar en la práctica para empresas con recursos limitados. La multiplicidad de normas, decretos y estándares técnicos genera una carga operativa que excede la capacidad técnica y administrativa de las MiPymes, provocando errores en su aplicación o incluso desconocimiento.

Adicionalmente, el transporte de gases comprimidos es clasificado como transporte de mercancías peligrosas, lo que implica el cumplimiento de requisitos específicos en materia de

etiquetado, señalización, capacitación del personal y documentación del producto. En Colombia, estas condiciones están reguladas por el Decreto 1609 de 2002 compilado por el Decreto 1079 de 2015, lo cual incrementa la responsabilidad operativa de las empresas y exige un mayor nivel de conocimiento técnico para evitar incidentes y sanciones (Presidente de la República, 2002). Esta complejidad normativa refuerza la necesidad de herramientas prácticas que faciliten su aplicación en contextos reales.

Por otra parte, las empresas del sector deben cumplir con procesos técnicos obligatorios como la inspección periódica de cilindros y la realización de pruebas hidrostáticas, las cuales varían según la norma de fabricación del cilindro. Por ejemplo, los cilindros bajo la norma DOT requieren su primera inspección a los 10 años, mientras que los cilindros fabricados bajo la norma ISO deben ser realizada a los 5 años con las revisiones posteriores cada 5 años. Estos requerimientos, establecidos en la norma como la NTC 2699, implican un control riguroso del ciclo de vida del cilindro, lo que representa un desafío adicional para las empresas (Granados Teran, 2024).

Asimismo, la Resolución 2876 de 2013 establece requisitos específicos sobre el estampe original, el etiquetado y las características físicas de los cilindros, lo que refuerza la necesidad de garantizar la trazabilidad, identificación y seguridad del producto en el mercado. El incumplimiento de estas disposiciones puede generar riesgos tanto técnicos como legales, afectando la operación y la reputación de las empresas (Ministerio de Comercio, industria y turismo, 2013).

En este contexto, se evidencia que la problemática no radica en la ausencia de regulación sino en la dificultad de las MIPYME para interpretar e implementar adecuada y eficientemente este amplio marco normativo en su operación diaria. Por ello, se propone el desarrollo de una guía práctica tipo folleto, orientada a traducir la normativa vigente en acciones claras, accesibles y aplicables, facilitando el cumplimiento normativo, la reducción de riesgo y la mejora de los procesos operativos.

Finalmente, esta propuesta no solo busca garantizar el cumplimiento legal, sino también fortalecer la imagen empresarial, promoviendo prácticas organizadas, seguras y estandarizadas que generen confianza a los clientes y la comunidad. De esa manera, mejorar la imagen y competitividad de las MIPYME en un sector caracterizado por el cumplimiento técnico, regulatorio y de servicio.

Anexo 4

Folleto sobre la guía de manejo seguro para cilindros de gases industrial

GUÍA MANEJO SEGURO PARA CILINDROS DE GASES INDUSTRIALES

Seguridad + Cumplimiento + Confianza

Guía para MIPYMES



¿UN PEQUEÑO DESCUIDO PODRÍA CAMBIARLO TODO?

En el día a día de muchas MIPyME, los riesgos se cuecen casi sin notarse: en una maniobra rápida, en un traslado sin revisión o en una etiqueta que pasa desapercibida, donde la falta de información o control puede marcar la diferencia.



IDENTIFICACIÓN DEL CILINDRO

CONOCE TU CILINDRO. OPERA CON SEGURIDAD.



ESTAMPE Y ROTULADO





VER MÁS: Resolución 2676 de 2013 → estampe y etiquetado NTC 2443 → rotulado de cilindros de gas NTC 1892 → transporte y señalización de mercancías peligrosas NTC 3009 → inspección y pruebas de cilindros Decreto 1496 de 2018 → clasificación y etiquetado de sustancias químicas (SDS)

ALMACENAMIENTO SEGURO DE CILINDROS



TRANSPORTE SEGURO DE CILINDROS



CHECKLIST DE SEGURIDAD

FALTA TU MANO DE CILINDRO



AQUÍ NO JUZGAMOS, TE AYUDAMOS A MEJORAR



Nota: Folleto para leer. Fuente: elaboración propia datos de (North American Free Trade Agreement, 2023) (Presidente de la República, 2002) (Presidente de la República, 2015)

Conclusiones

El análisis del sector de gases industriales en Bogotá permitió evidenciar que las MiPymes enfrentan desafíos críticos que impactan directamente su sostenibilidad y competitividad. En este contexto, se formularon estrategias orientadas a fortalecer sus necesidades centrada en tres problemáticas: la gestión de inventarios de cilindros, el riesgo de desabastecimiento y el cumplimiento normativo, con el propósito de robustecer sus capacidades.

El desarrollo del estudio permitió cumplir de manera satisfactoria el objetivo planteado, en tanto se logró identificar, caracterizar y analizar las dinámicas operativas del sector mediante la recolección de información primaria y el uso de herramientas de análisis estratégico. La aplicación de encuestas a empresarios, junto con metodologías como el análisis PESTEL y la matriz DOFA, facilitó una comprensión integral de los factores internos y externos que inciden en el desempeño de estas empresas, permitiendo estructurar propuestas alineadas con su realidad empresarial.

En ese sentido, el objetivo principal de cómo fortalecer la gestión operativa y el cumplimiento normativo de las MiPymes del sector encuentra respuesta en las estrategias propuestas, las cuales integran soluciones tecnológicas, logísticas y organizacionales diseñadas para adaptarse a las condiciones y limitaciones del entorno.

Asimismo, el estudio plantea una nueva forma de entender el papel de los cilindros dentro de un modelo de negocio: no solo como recipientes, sino como activos estratégicos que

influyen en la rentabilidad y continuidad de las operaciones. Además, de destacar la importancia de unir la gestión de inventarios con la trazabilidad y las obligaciones contractuales.

Adicionalmente, es importante destacar que el desarrollo del documento buscó intencionalmente mantener un enfoque dinámico y accesible, orientado a facilitar su comprensión y utilidad para los empresarios del sector. De ese modo, se incorporaron herramientas como tablas comparativas, esquemas explicativos, infografías y material tipo folleto, con el propósito de traducir conceptos técnicos y normativos en información clara, práctica y aplicable.

El estudio aporta soluciones concretas y aplicables para las MiPymes, entre las que destacan la implementación de sistemas digitales de gestión de cilindros, el desarrollo de modelos básicos de pronósticos de desabastecimiento y la elaboración de una guía práctica para el cumplimiento normativo. Propuesta que permiten mejorar la eficacia operativa, reducir riesgos y fortalecer la competitividad.

Desde el punto de vista metodológico, es relevante señalar que la selección de participantes se realizó mediante un muestreo por conveniencia, sustentado en las relaciones de competencia y alianza dentro del sector. Esta decisión respondió a la alta especialización de la industria y la falta de bases de datos públicas o registros consolidados en Colombia. Gracias a esta estrategia fue posible obtener información valiosa y contextualizada, aunque con limitaciones en cuanto la representatividad.

En cuanto los alcances, el estudio se centró en el análisis de 20 MiPymes, lo que permitió obtener una visión representativa, además de lograr analizar con detalle las tres problemáticas expuestas.

Sin embargo, se identificaron algunas limitaciones. En primer lugar, el muestreo por conveniencia puede introducir sesgos en la representatividad de la información. En segundo lugar, los datos recolectados se fundamentan en percepciones de los empresarios, lo que implicar interpretaciones subjetivas y, por último, el estudio no incluye la aplicación directa de las soluciones propuestas, manteniéndose en un nivel propositivo.

A partir de estas limitaciones, se plantean diversas líneas futuras de investigación por parte de entidades estatales o privadas si es el caso, con el fin de conocer más a fondo el sector de los gases industriales. Además, abrir la posibilidad de analizar modelos de colaboración empresarial que permitan fortalecer la capacidad de negociación y suministro de las MiPymes. Al respecto, la asociatividad se presenta como una alternativa estratégica que podría facilitar la adopción de soluciones que, de manera individual, resultarían de difícil acceso, como la adquisición de infraestructura productiva o la implementación de sistemas tecnológicos y la implementación de protocolos robustos de seguridad industrial. Este tipo de esquemas colaborativos solo permitirían optimizar recursos y mejorar la eficiencia operativa, sino también promover prácticas más estandarizadas, proteger los intereses de los actores formales del sector y mitigar problemáticas como la competencia desleal.

En conclusión, se evidencia la necesidad de las MiPymes adopten una visión estratégica de su operación, incorporando herramientas tecnológicas, fortaleciendo a la gestión del riesgo y promoviendo una cultura de cumplimiento normativo. Estas acciones no solo contribuyen a mejorar su desempeño interno, sino que también pueden fortalecer su posicionamiento en un sector altamente técnico, competitivo y regulado asegurando su sostenibilidad en el tiempo.

Referencias

- Air Liquide. (2025). *Advancing for a sustainable future*.
<https://www.airliquide.com/sustainable-development/advancing-for-a-sustainable-future>
- Alguero, M. O. (2025). *Tensiones de aranceles entre EE. UU. y China golpean a empresas tecnológicas en Colombia*; hay riesgos y alertas. El colombiano.
<https://www.elcolombiano.com/negocios/tensiones-arancelarias-eeuu-china-competitividad-tecnologica-colombia-2025-MA31208026>
- Alguero, M. O. (2026). *El boom de los conciertos llevó a invertir \$3 billones en los estadios colombianos, que recaudaron 100 millones de dólares en 2025*. El colombiano.
<https://www.elcolombiano.com/negocios/conciertos-auge-estadios-motor-economia-colombia-entretenimiento-inversion-FI33080140>
- Amazon México. (2024). *¿Qué es marketplace? Guía completa*.
<https://vender.amazon.com.mx/sellerblog/que-es-marketplace>
- Arango, J. D. O., & Ramirez, R. V. (2020). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas*. (4).
https://www.dane.gov.co/files/sen/nomenclatura/ciiu/CIIU_Rev_4_AC2020.pdf
- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. (2023). *Adquiera los gases industriales y medicinales de manera segura y evite accidentes*.
<https://andi.com.co/Home/Noticia/17410-adquiera-los-gases-industriales-y-medic>

Backstartup. (2024). *5 razones para constituir una SAS*.

<https://www.backstartup.com/post/como-constituir-una-sas-en-colombia>

Bancóldex. (2026). *Líneas de Crédito*. <https://www.bancoldex.com/lineas-de-credito>

Bonaquist, D. P. & Praxair INC. (2008). *The Role of Industrial Gases in Fuels and Petrochemicals; Past, Present and Future*. <https://skoge.folk.ntnu.no/prost/proceedings/aiche-2008/data/papers/P141443.pdf>

Cámara sectorial de gases industriales y medicinales. (2017). *Riesgos de una Incontrolada Circulación de Cilindros*.
<https://www.andi.com.co/Uploads/Presentacion%20C%C3%A1mara%20Gases%20Medicinales%20e%20Industriales%20Jun-2018.pdf>

Cámara sectorial de gases industriales y medicinales. (2020). *Manejo seguro de gases comprimidos*.
https://uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/documentos/mesa/Manejo_seguro_de_gases_comprimidos.pdf

Cámara sectorial de gases industriales y medicinales. (2022). *Normativa y reglamentación sobre cilindros de gases*.
https://uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/documentos/mesa/Manejo_seguro_de_gases_comprimidos.pdf

Cámara sectorial de gases industriales y medicinales. (2025). *Generalidades de los cilindros de gases*.

https://uaesp.gov.co/uaesp_jo/images/documentos/mesa/Generalidades_Cilindros.pdf

Campos, A. M. (2025). *Complicaciones que se pueden presentar en los procesos de importación a Colombia*. Red Logística Internacional.

<https://www.redlogistica.com.co/post/complicaciones-que-se-pueden-presentar-en-los-procesos-de-importación-a-colombia>

Cho, J. (2025). *Modular ERP System Advantages and Disadvantages*.

<https://www.tailor.tech/resources/posts/modular-erp-system-advantages-and-disadvantages>

Cristina González, Y., Rentería, H. D., Gil Bohórquez, D. M., & Niño Barrero, Y. F. (2025). Guía para la gestión del riesgo químico en lugares de trabajo Resumen Ejecutivo. *Consejo Colombia de Seguridad*. <https://ccs.org.co/portfolio/guia-para-la-gestion-del-riesgo-quimico-en-lugares-de-trabajo-resumen-ejecutivo/>

Cusmano, L., Koreen, M., & Pissareva, L. (2018). OECD Ministerial Conference on SMEs: Key Issues Paper. *OECD SME and Entrepreneurship Papers*. <https://doi.org/10.1787/90c8823c-en>

Diccionario de la lengua española. (2014). Rótulo. En *Diccionario de la lengua española Edición del Tricentenario* (30.^a ed.). <https://dle.rae.es/rótulo>

Didascalía EG. (2023). Usos industriales del hidrógeno verde. *Didascalía EG*. <https://didascalía.es/usos-industriales-hidrogeno-verde/>

EMIS Next. (2025). *Comparativo de compañías*. <https://www-emis-com.ez.urosario.edu.co/v2/companies/comparison>

Enlace Operativo. (2026). *¿Cuánto cuesta un empleado con salario mínimo en Colombia en 2026?* https://enlace.com.co/blog/cuanto-cuesta-un-empleado-con-salario-minimo-en-colombia-en-2026?utm_source=

Gas País. (2024). *¿Qué es y cómo funciona un cilindro o tanque de glp?* <https://gaspais.com.co/que-es-y-como-funciona-un-cilindro-o-tanque-de-gas/>

Gestión gases industriale. (2025). *Software para empresas de gases industriales—ERP cilindros*. <https://www.gestiongasesindustriales.com/>

Granados Teran, D. (2024). *Hablemos sobre la Prueba Hidrostática (en cilindros de gas comprimido)*. <https://www.linkedin.com/pulse/hablemos-sobre-la-prueba-hidrost%C3%A1tica-en-cilindros-de-granados-teran-kqtae>

Guerrero, D. (2025). *Colombia está en riesgo energético por transición mal planeada que amenaza industria y competitividad*. Bloomberg Línea. <https://www.bloomberglinea.com/latinoamerica/colombia/colombia-en-riesgo-energetico-por-una-transicion-mal-planificada-que-amenaza-industria-y-competitividad/>

Hayes, A. (2025). *Optimizing Supply Chains: From Raw Materials to Consumers*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/s/supplychain.asp>

H&CO. (2026). *¿Cuánto cuesta SAP Business One?* <https://www.hco.com/es/insights/cuanto-cuesta-sap-business-one>

Indeed. (2025). *Qué son las pymes y cuáles son sus características*. Guía profesional de. <https://www.indeed.com/orientacion-profesional/como-encontrar-empleo/que-son-pymes-caracteristicas>

INSST. (2026). *Tema 7 las normas técnicas: Concepto y tipos de normas. Origen y evolución de la normalización. Organismos internacionales, ISO y CEO. organismos europeos de normalización. Situación en España. El mercado único y las normas armonizadas. Procedimiento de evaluación de la conformidad. El mercado ce. Las normas técnicas en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo*. <https://www.insst.es/documents/94886/4154780/Tema%207.%20Las%20normas%20t%C3%A9cnicas.pdf>

Instrumentalia S.A.S. (2026). *Cilindro Oxígeno Acero 6 5 Mts Cga 540 Sefic*. <https://instrumentalia.com.co/medicina/63732-cilindro-oxigeno-acero-6-5-mts-cga-540-sefic.html>

Internacional Energy Agency. (2021). *Carbon capture, utilisation and storage: The opportunity in Southeast Asia: Analysis*. IEA. <https://www.iea.org/reports/carbon-capture-utilisation-and-storage-the-opportunity-in-southeast-asia>

International Organization for Standardization. (2005). *ISO 6406 Gas cylinders—Seamless steel gas cylinders—Periodic inspection and testing*. <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/004/iso.6406.2005.pdf>

La Nota Económica. (2025). En Colombia el 91,8% de las empresas son PyMEs. *La Nota Económica*. <https://lanotaeconomica.com.co/movidas-empresarial/en-colombia-el-918-de-las-empresas-son-pymes/>

Linde PLC. (2026). *How do gases preserve food and beverages?* <https://www.linde-gas.com/industries/food-and-beverage>

Markets and Market. (2023). *Industrial Gases Market by Product (Oxygen, Nitrogen, Hydrogen, Carbon dioxide, Acetylene, and Argon), Application (Healthcare, Manufacturing, Metallurgy & Glass, Food & Beverages, Retail, Chemicals & Energy, and Others), Distribution (On-site, Bulk, and Cylinder), and Region (North America, Europe, Asia-Pacific, and LAMEA): Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2023-2032*. Research Dive.

<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/industrial-gases-market-143368202.html>

Markets and Markets. (2023). *Industrial Gases Market worth \$126,526.8 million by 2030*. https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/industrial-gases.asp?utm_source=chatgpt.com

Markets and Markets. (2024). *Industrial Gases Market, Industry Share Forecast*. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/industrial-gases-market-143368202.html>

Melanie. (2017). *10 Benefits of Inventory Management Software*. Unleashedsoftware. <https://www.unleashedsoftware.com/blog/benefits-of-inventory-management-software/>

Mercado Libre. (2026). *Recarga De Oxigeno Medicinal*. <https://listado.mercadolibre.com.co/recarga-de-oxigeno-medicinal>

Ministerio de comercio, industria y turismo. (2013). *Resolución 2876 Por la cual se expide el reglamento técnico aplicable a la información del estampe original, etiquetado y aspecto físico de cilindros transportables sin costuras o sin soldaduras, de alta presión para gases industriales y medicinales, que se importen o se fabriquen nacionalmente para su comercialización o uso en Colombia*. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=4026577>

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2022). *Ruta de hidrógeno de Colombia*. <https://www.mincit.gov.co/minindustria/reindustrializacion-basada-en-energias-renovables/ruta-de-hidrogeno-de-colombia>

Ministerio de Minas y Energía. (2012). *Funciones—Agencia Nacional de Hidrocarburos*. <https://www.anh.gov.co/es/la-anh/estructura-organizacional/funciones/>

Munar, N. (2025, julio 17). *¿Cuánto pierde una pyme si no se capacita? Expertos aseguran que actualizarse impacta en la sostenibilidad del negocio*. Emol. <https://www.emol.com/noticias/Economia/2025/07/17/1172427/capacitaciones-para-las-pymes.html>

Neofluid. (2026). Generadores de Gases Industriales | Neofluido. *Neofluid*. <https://neofluid.com/es/maquinaria-industrial/generadores-de-gases/>

North American Free Trade Agreement. (2023). *NFPA 55 Code Development*. <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-55-standard-development/55>

- Nul global. (2026). *Manual Inventory: Pros, Cons, & When to Switch to Automation*.
<https://nul.global/blog/manual-inventory-system>
- Observatorio de Complejidad Económica. (2018). *Argón en el Comercio de Colombia*.
 oec.world. <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/argon/reporter/col>
- Observatorio de Desarrollo Económico, A. O. (2015). *Estructura productiva de Bogotá*.
<https://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/publicaciones/notas-editoriales/estructura-productiva-de-bogota/>
- Occidental de gases. (2026). *Suministro de todo tipo de gases industriales*.
<https://www.occidentaldegases.com/servicios>
- Ochoa, C. (2015). *Muestreo por Conveniencia: Qué es, ejemplos y características*.
<https://www.netquest.com/blog/muestreo-por-conveniencia>
- Odoo. (2026). *Precios de Odoo*. Odoo. https://www.odoo.com/es_ES/pricing
- OECD. (2022). *SMEs and entrepreneurship*. <https://www.oecd.org/en/topics/smes-and-entrepreneurship.html>
- Oxígenos del sur. (2026). *Cilindro de Acero 6.5m3*.
<https://oxigenosdelsur.com/products/cilindro-de-acero-6-5m3>
- Pamela P, D., & Fabozzi, F. (2026). *Financial Statement Analysis*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781118182635.efm0074>
- Pedro loja herrera. (2011). *Prueba de presión hidrostática* [Video recording].
<https://www.youtube.com/watch?v=TCguAaSa-v4>

Presidente de la República. (2002). *Decreto 1609 de 2002 Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.*

https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6101&utm_source

Presidente de la República. (2015). *Decreto 1072 de 2015 Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo.*

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>

Question pro. (2026). *¿Qué es el muestreo por conveniencia?*

<https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-por-conveniencia/>

Rein Peterson, Edward A. Silver, & David F. Pyke. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling.*

Rosas, M. (2025). Agremgas hace un llamado para erradicar la informalidad en el sector del GLP. *Guía del Gas*. <https://guiadelgas.com/agremgas-hace-un-llamado-para-erradicar-la-informalidad-en-el-sector-de-glp/>

Rozo, M. P. R. (2026). *Nuevos detalles de grave explosión de cilindro que dejó dos personas muertas en el sur de Bogotá: Otra detonación ya habría sucedido en el punto.* El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/bogota/nuevos-detalles-de-grave-explosion-de-cilindro-que-dejo-dos-personas-muertas-en-el-sur-de-bogota-otra-detonacion-ya-habria-sucedido-en-el-punto-3522073>

Schlegel, G. L., & Trent, R. J. (2014). *Supply Chain Risk Management: An Emerging Discipline.* CRC Press.

Siñeriz, J. (2022). Gases industriales: ¿Qué son, cuál es su tratamiento y para qué sirven? *Sotecma | Especializados en Instalaciones*. <https://sotecma.es/gases-industriales-que-son-cual-es-su-tratamiento-y-para-que-sirven/>

SOUTH, G. (2025). *What is Industrial Gas? Overview of common types of industrial gases*. What is Industrial Gas? Overview of common types of industrial gases. | GAS SOUTH - SOUTHERN GAS TRADING JOINT STOCK COMPANY. <https://pgs.com.vn/en/overview-of-common-types-of-industrial-gases>

Stripe. (2025). *¿Qué es el crowdfunding? Cuatro tipos de crowdfunding que debes conocer*. <https://stripe.com/es-us/resources/more/four-types-of-crowdfunding-for-startups-and-how-to-choose-one>

Superintendencia de sociedades. (2018). *En Colombia al menos una de cada dos empresas está constituida como S.A.S*. <https://www.icef.com.co/component/k2/itemlist/tag/SAS>

TCA Automation. (2025). La Importancia de los Sensores Inteligentes en la Automatización Industrial Moderna. *TCA Automation*. <https://www.tca-automation.com/sensores-inteligentes-automatizacion-industrial-2/>

Tecnología 4.0. (2024). *¿Qué es un ERP?* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=AgBrLJJuZlw>

TIMS Software. (2026). *Industrial Gas Cylinder Tracking and ERP Software*. https://www.cu.net/industrial?utm_source=

webadmin. (2025, febrero 17). El papel del CO₂ en efectos especiales para eventos y cine. *Oxifam Perú S.A.C.* <https://oxifam.com.pe/co2-en-efectos-especiales-eventos-cine/>

Why Bogota? | *Investinbogota.org* | *Invest in Bogotá.* (s. f.). Recuperado 8 de febrero de 2026, de https://en.investinbogota.org/why-bogota/?utm_source=chatgpt.com

World Integrated Trade Solution. (2022). *Data Colombia Argon imports by country 2022.* <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/COL/year/2022/tradeflow/Imports/partner/ALL/product/280421>

World Integrated Trade Solution. (2023). *Data Colombia Argon imports by country 2023.* <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/COL/year/2023/tradeflow/Imports/partner/ALL/product/280421>

World Integrated Trade Solution. (2024). *Data Colombia Argon imports by country 2024.* <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/COL/year/2024/tradeflow/Imports/partner/ALL/product/280421>

World integrated trade solution. (2024). *Nitrogen exports to Colombia 2024.* https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/All/year/2024/tradeflow/Exports/partner/COL/product/280430?utm_source=chatgpt.com

